

pproved by the University of Calcutta
(Calcutta Gazette 18. 11. 43.)

নব প্রবর্তিত সিলেবাস অমুসারে লিখিত

বিজ্ঞান

[প্রবেশিকা পরীক্ষার্থীদের পাঠ্য]

বিজ্ঞান-সোপান, বিজ্ঞান (পঞ্চম ও ষষ্ঠ শ্রেণীর),

প্রভৃতি পুস্তক প্রণেতা

বাগনান উচ্চ ইংবাজী বিদ্যালয়ের ভূতপূর্ব সহকারী প্রধান শিক্ষক,

ক্যালকাটা ব. জ. (ইউবোপীয়) স্কুলের প্রধান গণিত ও

বিজ্ঞান শিক্ষক, কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের

'ট্রেনিং সার্টিফিকেট' প্রাপ্ত

শ্রীবিজয়কৃষ্ণ পাল, বি. এন্-সি.

প্রণীত

এজেন্ট

চক্রবর্তী চ্যাটার্জী এণ্ড কোং
লিমিটেড্

১৫ কলেজ স্কোয়ার

দি বুক কোম্পানি
লিমিটেড্

৪১৩ বি কলেজ স্কোয়ার

কলিকাতা

মূল্য ২।০ আনা

মুদ্রণ

শ্রীসমবেন্দ্র ভূষণ মল্লিক

বাণী প্রেস

১৬নং হেমেন্দ্র সেন ষ্ট্রীট, কলিকাতা।

শ্রীঅমবেন্দ্র নাথ মুখার্জী

এম. আই. প্রেস

৩০নং গ্রে ষ্ট্রীট, কলিকাতা।

প্রকাশক

শ্রীজগদানন্দ দে, বি এ., বি. এন্.,

৩০নং গোরাচাঁদ বোস বোড,

কলিকাতা।

সূচী

পদার্থ-বিদ্যা

বিষয়	পৃষ্ঠা	বিষয়	পৃষ্ঠা
প্রথম পরিচ্ছেদ		থার্মমিটার	৫৮
পদার্থের অবস্থা	১	তাপ চলাচল	৬৪
প্রথম প্রশ্নমালা	৮	মেঘ ও বৃষ্টি	৭২
দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ		বায়ুর উপর তাপের ক্রিয়া	৮১
বায়ু ও তাহাব সাধারণ ধর্ম	৯	পৃথিবীর উপর বায়ু ও	
বায়ুমণ্ডলের চাপ	১৪	তাপের ক্রিয়া	৮২
ব্যাবোমিটার	১৯	চতুর্থ প্রশ্নমালা	৯৩
দ্বিতীয় প্রশ্নমালা	২৩	পঞ্চম পরিচ্ছেদ	
তৃতীয় পরিচ্ছেদ		দোলকবিশিষ্ট ঘড়ি	৯৬
জলের ধর্ম	২৫	দোলক যন্ত্রের প্রসারণ ও	
তরল পদার্থের চাপ	২৮	তাহাব প্রতিকাব	৯৮
পাম্প	৩৬	পঞ্চম প্রশ্নমালা	১০০
ট্যাংকালানের বাটি	৩৮	ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ	
কঠিন ও তরল পদার্থের ঘনত্ব	৪০	শক্তি ও তাহার রূপান্তর	১০১
তরল পদার্থের প্রাণিতা ও		ষষ্ঠ প্রশ্নমালা	১০৫
আর্কিমিডিসের সিকান্ড	৪২	সপ্তম পরিচ্ছেদ	
তৃতীয় প্রশ্নমালা	৫০	আলোক	১০৪
চতুর্থ পরিচ্ছেদ		আলো ও ছায়া আলোব	
তাপ	৫৩	গতি	১০৪
তাপের প্রভাব	৫৩	সপ্তম প্রশ্নমালা	১১২

বিষয়	পৃষ্ঠা	বিষয়	পৃষ্ঠা
অষ্টম পরিচ্ছেদ		দশম পরিচ্ছেদ	
আলোক প্রতিফলন ও		চুম্বক-তত্ত্ব	১৩৬
প্রতিসরণ	১১৩	দশম প্রশ্নমালা	১৪৪
অষ্টম প্রশ্নমালা	১২৭		
নবম পরিচ্ছেদ		একাদশ পরিচ্ছেদ	
বর্ণ ও রামধনু	১২৯	তড়িৎ	১৪৬
নবম প্রশ্নমালা	১৩৪	একাদশ প্রশ্নমালা	১৬০

রাসায়ন-বিদ্যা

প্রথম পরিচ্ছেদ		পঞ্চম পরিচ্ছেদ	
মিশ্র পদার্থ ও দ্রবণ	১	অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, কার্বনডাই-	
দ্রবণ	৪	অক্সাইড ও হাইড্রোজেন	৩২
পাতন	২	নাইট্রোজেন	৩৪
প্রথম প্রশ্নমালা	১৪	কার্বন-ডাই-অক্সাইড	৩৫
		হাইড্রোজেন	৩৬
দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ		পঞ্চম প্রশ্নমালা	৪১
মরিচা ধরা ও দহন	১৬	ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ	
দ্বিতীয় প্রশ্নমালা	২০	জলের উপাদান, স্বভাবজ ও	
তৃতীয় পরিচ্ছেদ		বাতাস্বিত জল, মৃদু ও খর	
যৌগিকের বিশেষত্ব	২২	জল	৪২
তৃতীয় প্রশ্নমালা	২৭	জলের উপাদান	৪২
চতুর্থ পরিচ্ছেদ		স্বভাবজ জল	৪৬
বায়ুর উপাদান	২৯	বাতাস্বিত জল	৪৪
চতুর্থ প্রশ্নমালা	৩১	খর ও মৃদু জল	৪৬
		ষষ্ঠ প্রশ্নমালা	৪৮

জ্যোতিষবিদ্যা

বিষয়	পৃষ্ঠা	বিষয়	পৃষ্ঠা
*প্রথম পরিচ্ছেদ		*পঞ্চম পরিচ্ছেদ	
আকাশ ও জ্যোতিষ	১	সৌর বৎসর ও ঋতু	৪৪
প্রথম প্রশ্নমালা	২৪	ঋতু পরিবর্তন	৪৯
		পঞ্চম প্রশ্নমালা	৫৬
*দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ		*ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ	
গ্রহ চিনিবাব জন্য পঞ্জিকা	২৬	চন্দ্র, চন্দ্রকলা ও চান্দ্র বৎসর	৫৮
দ্বিতীয় প্রশ্নমালা	২৮	ষষ্ঠ প্রশ্নমালা	৬৬
তৃতীয় পরিচ্ছেদ		সপ্তম পরিচ্ছেদ	
সূর্য ...	২৯	চন্দ্র গ্রহণ ও সূর্য গ্রহণ	৬৮
তৃতীয় প্রশ্নমালা	৩৪	চন্দ্র গ্রহণ	৬৮
		সূর্য গ্রহণ	৬৯
		সপ্তম প্রশ্নমালা	৭৩
চতুর্থ পরিচ্ছেদ		*অষ্টম পরিচ্ছেদ	
গ্রহজগৎ	৩৬	ধূমকেতু ও উল্কা	৭৪
চতুর্থ প্রশ্নমালা	৪২	অষ্টম প্রশ্নমালা	৭৮

ভূ-বিদ্যা

প্রথম পরিচ্ছেদ		দ্বিতীয় প্রশ্নমালা	১৪
পৃথিবীর জন্ম	১	তৃতীয় পরিচ্ছেদ	
প্রথম প্রশ্নমালা	৫	ভূ-চাকলা	১৬
দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ		ভূমিকম্প	১৮
ভূ-ত্বক, শিলা ও *পৃথিবীর		আগ্নেয়গিরি	২০
আভ্যন্তরীণ অবস্থা	৬	তৃতীয় প্রশ্নমালা	২৪
, *পৃথিবীর অভ্যন্তরের অবস্থা	১১		

বিষয়	পৃষ্ঠা	বিষয়	পৃষ্ঠা
*চতুর্থ পরিচ্ছেদ		পঞ্চম পরিচ্ছেদ	
মাটি	২৫	কয়লা ও খনিজ তৈল	৩২
চতুর্থ প্রশ্নমালা	৩০	পঞ্চম প্রশ্নমালা	৩৮

উদ্ভিদ-বিদ্যা

প্রথম পরিচ্ছেদ		কাণ্ড	২১
উদ্ভিদের শ্রেণী বিভাগ	১	পত্র	২৫
প্রথম প্রশ্নমালা	৪	ফুল	৩৭
দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ		ফল	৪৩
অঙ্কুরোদগম	৫	বীজ	৪৯
দ্বিতীয় প্রশ্নমালা	১৩	চতুর্থ পরিচ্ছেদ	
তৃতীয় পরিচ্ছেদ		ধান ও মটর গাছের জীবনেতিহাস	৫৩
মূল, কাণ্ড, পত্র, ফুল, ফল ও বীজ	১৫	মটর	৫৮
মূল	১৫	চতুর্থ প্রশ্নমালা	৬২

প্রাণী-বিদ্যা

প্রথম পরিচ্ছেদ		পিপীলিকা	১২
জীব ও জীবন লক্ষণ	১	মোমাছি	২২
প্রথম প্রশ্নমালা	৪	মশা	২৪
দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ		প্রজাপতি	২৭
প্রাণীদের শ্রেণী বিভাগ	৫	মাকড়সা	৩০
দ্বিতীয় প্রশ্নমালা	১৩	তৃতীয় প্রশ্নমালা	৩৫
তৃতীয় পরিচ্ছেদ		চতুর্থ পরিচ্ছেদ	
কয়েকটি কীট পতঙ্গ	১৪	মাছ ও ব্যাঙ	৩৭
কেঁচো	১৪	মাছ	৩৭

বিষয়	পৃষ্ঠা	বিষয়	পৃষ্ঠা
ব্যাঙ	৪৪	নির্ভবশীলতা ও পারিপার্শ্বিক	
চতুর্থ প্রশ্নমালা	৫০	অবস্থাবসহিত সামঞ্জস্য রক্ষা	৫১
		নির্ভবশীলতা	৫১
পঞ্চম পরিচ্ছেদ		সামঞ্জস্য রক্ষা	৫৩
প্রাণীও উদ্ভিদেব পবম্পব		পঞ্চম প্রশ্নমালা	৫৬

শারীর-বিদ্যা

প্রথম পরিচ্ছেদ		পাচন তন্ত্র	১৫
মাদব দেহেব উপাদান	১	বক্ত সংবহন তন্ত্র	১৯
প্রথম প্রশ্নমালা	৬	শ্বাসতন্ত্র	২৪
		চর্ম	২৬
দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ		দ্বিতীয় প্রশ্নমালা	২৮
নবদেহের বিভিন্ন যন্ত্র	৭	তৃতীয় পরিচ্ছেদ	
কঙ্কাল	৭	খাত্ত	২৯
নার্ততন্ত্র	১৩	তৃতীয় প্রশ্নমালা	৩৪

*চিহ্নিত অংশগুলি বঙ্গদেশের শিক্ষা বিভাগেব ডিরেক্টাব মহোদয় প্রবর্তিত নহে, কেললমাত্র কলিকাতা বিশ্ব-বিদ্যালয়ের প্রবেশিকা পরীক্ষার নব প্রবর্তিত সিলেবাসের অন্তর্গত প্রয়োজন ।

SYLLABUS

1. The three states of matter Physical properties of air and water. Buoyancy and Archimedes' principle. Pressure of atmosphere. Effect of heat on water Effect of heat on air. Ventilation Effect of heat on solid bodies Pendulum Clock and Thermometer. Transference of heat. Simple ideas regarding energy and its transformation with examples. Rectilinear propagation of light. Phenomena of reflection and refraction of light, colour and rainbow, Lodestone, magnetisation, terrestrial magnetism and compass Simple Electric Cell Conductors and insulators Effects of current : (a) heating and lighting, (b) chemical (c) magnetic Electro-magnet and Electric Bell Telegraphy

2 Separation of Mixtures—solution, filtration, crystallisation, distillation sublimation Rusting of iron and burning of candle, magnesium and sulphur in a closed volume of air over water Air—its composition Properties of Oxygen Nitrogen and Carbon dioxide, Water—its composition Properties of Hydrogen, Natural and aerated waters Properties of hard and soft water Characteristics of chemical compounds

3 * Observation and identification of the principal constellations, major stars and planets throughout the year at night The Sun—its dimension and distance from the earth Planetary system—relative positions * Solar year and seasons. Eclipses of sun and moon * Comets and meteors.

4. The Earth—condensation from a hot gaseous state—its crust—igneous and sedimentary rocks * Probable condition of the interior of the earth Earth movements (earthquake) * folding, * landslide Volcano. Varieties of soil and their bearing on plant life and agricultural operations The Story of the formation of coal and mineral oil.

* Not laid down by the D. P. I., Beagal,—required only for the matriculation Examination of the Calcutta University

শিক্ষণ গুরু



স্বৰ্গীয় অধ্যাপক **ব্রজনীকান্ত দে** এম এ., বি এস-সি., বি এল.

সাহাব অপৰিমেয় মহানুভবতায় আমি পাঠ্য পুস্তক বচনাম্

অসামান্য সাহায্য পাই তাহাব উদ্দেশ্যে

—উৎসৰ্গ কৰিলাম—

“বিজয়”

বিজ্ঞান

(পদার্থ-বিজ্ঞান)

প্রথম পরিচ্ছেদ

পদার্থের অবস্থা

ওই যে বই, খাতা, পেন্সিল ইত্যাদি পড়িয়া আছে,—চেযাব, বেঞ্চ ইত্যাদি এই ঘরে বহিয়াছে, ইহাদের সকলকে আমরা দেখিতে পাইতেছি। ভাত, ডাল, চিনি, মিছবি ইত্যাদি দেখিতেও পাই এবং পাইয়াও ইহাদের আশ্বাদ পাই। ফুলের গন্ধ পাই, আতবের গন্ধ পাই, পুকুরের পচা জলের গন্ধ পাই। আবাব বায়ু দেখিতে পাই না বা পাইয়াও ইহাব আশ্বাদ বুঝিতে পারি না বটে, তথাপি বায়ু বহিলে আনাদের শরীরে আসিয়া লাগে—তখন ইহাব অস্তিত্ব বুঝিতে পারি; বায়ু বহিলে গাছপালা নড়ে, ইহাও দেখিতে পাই। উত্তাপও আমরা স্পর্শ-শক্তি দ্বারা অনুভব করিতে পারি।

এই বকম সকল ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য রূপ, বস, গন্ধ, স্পর্শ এবং শব্দকে আমরা দুইটি প্রধান ভাগে বিভক্ত করিতে পারি। ইহাদের কতকগুলি ওজন আছে এবং কতকগুলি নাই। এ জগতে যাহাব ওজন আছে তাহাই পদার্থ (Matter)। অধিকাংশ পদার্থই আমরা ইন্দ্রিয় দ্বারা অনুভব করিতে পারি। কিন্তু এমন পদার্থ আছে যাহাকে আমরা প্রত্যক্ষভাবে ইন্দ্রিয় দ্বারা বুঝিতে পারি না। অতিশয় মন্থ বায়ু অথবা অনেক বায়বীয় বস্তু আমরা চোখে দেখিতে পাই না, স্পর্শশক্তি বা অগ্র কোন ইন্দ্রিয় দ্বারা ইহাদের অস্তিত্ব উপলব্ধি করিতে পারি না, অথচ ইহাদের ওজন আছে বলিয়া বায়ু বা বায়বীয় বস্তুগুলি পদার্থ। অত্ৰদিকে আবাব

শব্দ শুনিতে পাই, আলো দেখিতে পাই—কিন্তু ইহাদের ওজন নাই বলিয়া ইহাবা পদার্থ নহে। অথচ ইহাদের প্রভাবে পদার্থের যে পরিবর্তন ঘটে তাহাতেই ইহাদের ক্রিয়াশীলতা ও অস্তিত্ব অনুভব করি—ইহাবা শক্তি। শক্তি ও পদার্থের সম্পর্ক অবিচ্ছেদ্য। পদার্থের উপর শক্তির বিকাশ হয়, কিন্তু শক্তি বহিত পদার্থ কল্পনা করা যায় না।

বস্তুত পদার্থ মাত্রেরই নিম্নলিখিত গুণগুলি আছে—

১। **ওজন (Weight) :**—যে পরিমাণ শক্তিতে পৃথিবী পদার্থ নিচয়কে আপন কেন্দ্রের অভিমুখে টানে তাহাই পদার্থের ওজন।

২। **বিস্তৃতি (Extension) :**—প্রত্যেক পদার্থই থাকিবার জায় কিছু না কিছু স্থান অধিকার করিবেই, এই গুণের নাম বিস্তৃতি।

৩। **অভেদ্যতা (Impenetrability) :**—একই সময়ে একই স্থানে একাধিক পদার্থ থাকিতে পারে না। এই গুণের নাম অভেদ্যতা। কাঠ পেন্সিলে পেন্সিলে ইহার মধ্যে চলিয়া যায়। কিন্তু পেন্সিল যে স্থান অধিকার করে সে স্থান হইতে কাঠ সরিয়া যায়। অতএব একই সময়ে একই জায়গায় কাঠ এবং পেন্সিলের স্থান হয় না। কাঠকয়লা জলে ডুবাইলে উহার মধ্যে জল প্রবেশ করে, কিন্তু কদাচ মনে করিও না কয়লাব অণু ও জলের অণু একই স্থান অধিকার করিয়া থাকে। ফলত কয়লাব অণুর দাঁকে সে স্থানে পূর্বে বায় ছিল তাহাদিগকে সরাইয়া সে স্থানে জল প্রবেশ করে। তাই কাঠ কয়লা জলে ডুবাইলে বুদ্ধবুদ্ধ উঠিতে দেগা যায়।

৪। **জড়তা বা নিষ্ক্রিয়তা (Inertia) :**—যে পদার্থ চলিতেছে তাহা চিবকাল চলিতে থাকিবে এবং যাহা স্থির আছে তাহা চিবকালই স্থির থাকিবে যতক্ষণ না অত্র কোন শক্তি তাহাকে বাধা দেয়। এই গুণের জন্তই চলন্ত গাড়ী হঠাৎ থামিয়া গেলে গাড়ীর ভিতরের মানুষ বা মালপত্র ধাক্কা খায়। অসাবধান হইয়া চলন্ত গাড়ী হইতে নামিবার সময় মাটিতে পা ঠেকিলে শরীর ঝাঁকিয়া যায়।

৫। **মহাকর্ষ (Gravitation) :**—এই গুণের জন্ত প্রত্যেক পদার্থ প্রত্যেক পদার্থকে আকর্ষণ করিতেছে। আয়তন (Volume) এবং ভর (Mass) হিসাবে এই আকর্ষণ শক্তি কম বেশী হইয়া থাকে। পৃথিবীর আয়তন পার্থিব সকল পদার্থ অপেক্ষা অধিক। পৃথিবী সকল বস্তুকেই অত্র সকল বস্তু অপেক্ষা অধিক জোরে আকর্ষণ করিতেছে, সেইজন্ত সকল পদার্থই পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে নামিতে চেষ্টা করে এবং যে কোন জিনিষ উপরে ছাডিয়া দিলে পৃথিবীতে পড়ে।

৬। **বিভাজ্যতা (Divisibility) :**—প্রত্যেক পদার্থকে সূক্ষ্মতিসূক্ষ্ম অংশে ভাগ করা যায়। এক বালতি জলে বিন্দুমাত্র ম্যাজেণ্টা বং দিলে সমস্ত বালতিব জল লাল হইয়া যায়। তাহা হইলে এক বিন্দু বং আবার বিভক্ত হইয়া এক বালতি জলের মধ্যে ছড়াইয়া পড়ে। বংএব অণুগুলি ইহা হইতে আবার সূক্ষ্ম ভাবে বিভক্ত হইতে পারে।

৭। **সরঞ্জতা (Porosity) :**—সকল পদার্থের অণুর মধ্যে কিছু না কিছু ফাঁক থাকিয়া যায়, যদিও এই ফাঁক আমবা খুব ভাল অণুবীক্ষণ যন্ত্র সাহায্যে দেখিতে পাই না। কাঠ কয়লাব জল শোষণ এই গুণের প্রত্যক্ষ প্রমাণ।

৮। **স্থিতিস্থাপকতা (Elasticity) :**—চাপ দিয়া সকল পদার্থকেই অল্প বিস্তার চূপসাইতে পাওয়া যায় এবং চাপ সবাইলে ঐ সকল পদার্থ পূর্বের আয়তন দিরাইয়া লইতে চেষ্টা করে। কঠিন ও তরলপদার্থ এই গুণ বিশেষ পরিমিত নয়।

৯। **সংশক্তি (Cohesion) :**—এই গুণের জন্ত পদার্থের অণুগুলি পরস্পর আপনাদিগকে জড়াইয়া ধরিয়া বাধে।

১০। **রোধ (Resistance) :**—এই গুণের জন্ত প্রত্যেক পদার্থ অপব পদার্থকে ইহাব ভিতর প্রবেশ করিতে দেয় না।

এতদ্ভিন্ন কঠিন, তরল ও বায়বীয় পদার্থের প্রত্যেকের আবার বিশেষ বিশেষ গুণ আছে।

পৃথিবীর যাবতীয় পদার্থকে আমরা তিন বকম অবস্থায় দেখিতে পাই—
কঠিন, তরল ও গ্যাসীয়। পাথর, ইট, কাঠ প্রভৃতি কঠিন পদার্থ, জল,
তেল, দুধ ইত্যাদি তরল পদার্থ এবং বায়ু, হাইড্রোজেন ইত্যাদি গ্যাসীয়
পদার্থ।

বৈজ্ঞানিকগণ বলেন পদার্থ মাত্রই অসংখ্য অণুর সমষ্টি এবং সেই অণুগুলি
সর্বদা পৰস্পর টানাটানি করিতেছে, ফলে অণুগুলি সর্বদাই স্পন্দিত হইতেছে।
অবশ্য এ কথাও ঠিক যে এই স্পন্দন আমরা চোখে দেখিতে পাই না, এমনকি
খুব ভাল অণুবীক্ষণ যন্ত্র দ্বারাও এই স্পন্দন দেখিতে পাওয়া যায় না। পদার্থের
অণুগুলির পৰস্পর এই আকর্ষণের জন্তই তাহাদের তিন বকম অবস্থা। কঠিন
পদার্থের অণুগুলির পৰস্পর আকর্ষণ অতীব অধিক, তরল পদার্থ কিছু কম এবং
বায়বীয় পদার্থে একপ আকর্ষণ একেবারেই নাই বলিলেও চলে।

৯। **কঠিন পদার্থে** অণুগুলির আকর্ষণ এত অধিক যে অণুগুলি
একস্থান হইতে অন্য স্থানে সহজে যাইতে পারে না, কেবলমাত্র যে যেখানে
থাকে সে সেইখানে থাকিয়া পার্শ্বের অণুগুলিকে টানাটানি করিতে থাকে
এবং স্পন্দিত হইতে থাকে। অবশ্য জোব করিয়া পদার্থটিকে ভাঙ্গিয়া ইহাব
অণুগুলি পৃথক্ করিতে পারা যায়। এই আকর্ষণের জন্য অণুগুলি
একত্র এত অধিক জোবে জমাট বাঁধিয়া থাকে যে কঠিন পদার্থে হাত
দিয়া বেশ বরা যায় ইহাবা শক্ত। কোন পাত্র নাগিলে নিজ ভাবহেতু ইহাবা
কেবলমাত্র পাত্রের তলদেশে চাপ দেয়। ইহাদের একটি নির্দিষ্ট আকার ও
আয়তন থাকে—তাহাদিগকে সহজে নষ্ট করা যায় না। সে জন্ত ইহাদিগকে
যে কোন আকারের বা আয়তনের পাত্রের ভিতর রাখিতে পারা যায় না।
একটি কঠিন পদার্থের ভিতর আর একটি কঠিন পদার্থ সহজে প্রবেশ করান
যায় না।

তরল পদার্থে অণুগুলির আকর্ষণ তত প্রবল নয়। কাজেই অণুগুলি অল্প
জোব পাইলে ইহাব মধ্যেই একস্থান হইতে অন্যস্থানে স্বচ্ছন্দে সরিয়া যাইতে

পাবে।^১ এইজন্ত তবল পদার্থের নির্দিষ্ট আকার থাকে না—যখন যে পাত্রে বাখা যায় তখন সেই পাত্রের আকার ধারণ করে। যে পাত্রে বাখা যায় তরল পদার্থ সেই পাত্রের তলদেশে এবং পাশে চাপ দিতে পাবে। তবল পদার্থের উপবিতল সমান। ইহাদেব ভিতর অণু কোন কঠিন পদার্থ সহজে প্রবেশ করান যায়। তবল পদার্থ নবম। চালিলে ইহাবা নিয়মিকে গড়াইয়া যায়।

তবল পদার্থ পাশে চাপ দেয় কিন্তু কঠিন পদার্থ পাশে চাপ দেয় না। কিন্তু একটি পাত্রে সূক্ষ্ম বালি ও আর একটি পাত্রে জল বাখিয়া পাত্র দুইটির পাশে ছিদ্র করিয়া দিলে দেখা যাইবে বালি ও জল পড়িয়া বাইতেছে। তাই বলিয়া বালি বা অণু কঠিন পদার্থ যে তবল পদার্থের ন্যায় পাশে চাপ দিতে পাবে একথা মনে করিলে চলিবে না। সকল পদার্থকেই সূক্ষ্মাতিসূক্ষ্ম ভাবে চূর্ণ করিলে ইহাদেব ঐক্য বিছু ক্ষমতা আসিয়া থাকে।

গ্যাসীয় পদার্থের অণুগুলির পবম্পর আকর্ষণ নাই বলিলেও চলে, অধিকন্তু ইহাদেব মধ্যে বিকর্ষণ আছে বলিয়া মনে হয়। তাই ইহাদেব অণুগুলি পবম্পর দূর হইতে অধিক দূরে থাকিতে চায়। তাই ইহাদিগকে একটি ছোট পাত্রে রাখিলে যেমন ইহাবা সমস্ত পাত্রটি পূর্ণ করিয়া থাকে, আবার একটি বড় পাত্রে রাখিলেও ইহান অণুগুলি তেমনি সমস্ত পাত্রময় ছড়াইয়া থাকে। তাই গ্যাসীয় পদার্থের কোন আকার বা আয়তন নাই এবং যে পাত্রে ইহাদিগকে বাখা যায় সে পাত্রের সকল দিকেই ইহাবা চাপ দিতে সমর্থ হয়। গ্যাসীয় পদার্থের উপবিতল সমান থাকিতে পাবে না। গ্যাসীয় পদার্থের মধ্যে অণু কোন পদার্থ অতি সহজেই প্রবেশ করান যায়।

তবল পদার্থ ও গ্যাসীয় পদার্থের অনেকগুলি গুণের সামঞ্জস্য থাকায় বিজ্ঞান-বিদগণ এই দুই প্রকার পদার্থকে fluid বলিয়া একটি সাধারণ নামে অভিহিত করেন।

পব পৃষ্ঠায় কঠিন তবল ও গ্যাসীয় পদার্থের গুণগুলি পাশাপাশি রাখিয়া সংক্ষেপে বলা হইল।

কঠিন	তরল	গ্যাসীয় °
১। আণবিক আকর্ষণ অত্যধিক।	আণবিক আকর্ষণ অপেক্ষাকৃত কম।	আণবিক আকর্ষণ নাই বলিলেই চলে।
২। নির্দিষ্ট আকার ও আয়তন আছে।	আয়তন সমান থাকিলেও নির্দিষ্ট আকার নাই।	নির্দিষ্ট আকার বা আয়তন নাই।
৩। বৃহৎ পাত্রে অথবা মাপ- মত পাত্রেব ভিতবই রাখা যায়—ছোট পাত্রে রাখা যায় না।	বৃহৎ পাত্রে, মাপমত পাত্রে এবং ছোট পাত্রেও রাখা যায়। তবে ছোট পাত্র পূর্ণ হইবাব পৰ বাকী অংশ উৰ্দ্ধিযা পড়ে গ্রাব বড় পাত্রেব মাত্র তল- দেশে থাকে।	সকল রকম পাত্রে রাখা সম্ভব।
৪। কেবল মাত্র নিম্নদিকে চাপ দেয়।	পাশে ও নিচে চাপ দেয়।	সকলদিকেই চাপ দেয়।
৫। কঠিন পদার্থেব ভিতর অন্য কঠিন পদার্থ প্রবেশ করাইতে বিশেষ কষ্ট কবিতে হয়।	তরল পদার্থে কোন কঠিন পদার্থ প্রবেশ করাইতে বিশেষ জোর লাগে না। ঢালিলে নিম্নদিকে গড়াইয়া যায়।	গ্যাসীয় পদার্থেব মাধ্য অতি সহজেই অন্য পদার্থ প্রবেশ করান যায়।

উত্তাপ পাইয়া উষ্ণতাবৃদ্ধি হইলে পদার্থেব অণুগুলিব আকর্ষণ শক্তি কমিয়া যায়। কাজেই উষ্ণতাবৃদ্ধি হইলে কোন কোন পদার্থেব এই আকর্ষণ হ্রাসেব জন্ম অবস্থান্তর ঘটিতে পাবে। বরফ, জল এবং জলীয় বাষ্প একই পদার্থ, কেবল মাত্র ইহাদেব অণুগুলিব মধ্যে পবম্পব আকর্ষণ শক্তিব হ্রাস বৃদ্ধিব জন্ম ইহাদেব বিভিন্ন অবস্থা। বরফ কঠিন পদার্থ, কিন্তু উত্তাপ পাইয়া ইহাব অণুগুলিব আকর্ষণ শিথিল হইয়া যায় এবং তরল জলে পবিণত হয়; পবে আৰও উত্তাপ দিলে ইহাদেব আণবিক আকর্ষণ আৰও কমিয়া যায় এবং গ্যাসীয়

আকার ধারণ করে। অতএব একই পদার্থ বিভিন্ন অবস্থায় থাকিতে পারে।

কপূর্ব কঠিন পদার্থ। ইহাতে উত্তাপ দিলে তবল না হইয়া একেবারে গ্যাসীয় হইয়া যায়। এমন আবও অনেক কঠিন পদার্থ আছে যাহারা উত্তাপ পাইলে তবল না হইয়া একেবারে গ্যাসীয় আকার ধারণ করে।

পদার্থে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ইহাব অণুগুলি দূর হইতে দূরে চলিয়া যায়। তাই ঘি ঠাণ্ডা থাকিলে ইহাব গন্ধ বেশী দূর হইতে পাওয়া যায় না বটে, কিন্তু ঐ ঘি গরম করিলে ইহাব অণুগুলি ক্রমশ দূরে ছড়াইয়া পড়ে, তখন দূর হইতে ইহাব গন্ধ পাওয়া যায়।

এমন অনেক পদার্থ আছে যাহাদিগকে সব সময়ে নিঃসন্দেহে কঠিন কিংবা তবল বলা যায় না। ঘি, গুড় ইত্যাদি গাঢ় তবল বস্তু—উত্তাপ পাইলে অধিকতর তবল হয়। নাবিকেল তেল গ্রীষ্মকালে বেশ তবল থাকে কিন্তু শীতকালে জমিয়া কঠিন হয়। সহবেব বাস্তায় যে পিচ দেওয়া থাকে তাহা সাধারণত কঠিন, কিন্তু ছপ্বেব বোদে ইহা কিকপ নবম হইয়া যায় তাহাও অনেকের জানা আছে। মোম কঠিন কিন্তু একটু বোদে বাথিলে তবল হইয়া যায়। এসব ক্ষেত্রে উষ্ণতার মাত্রা জানা না থাকিলে কোন পদার্থ তবল বা বোন্ পদার্থ কঠিন তাহা নির্দিষ্ট করিয়া বলা কঠিন। তবে ইহাও দেখা যায়, কোন কোন কঠিন পদার্থকে সহজেই তবল এবং কোন কোন তবল পদার্থকে সহজেই গ্যাসীয় অবস্থায় পরিণত করিতে পারা যায়। আবার কোন কোন গুলিকে তত সহজে অবস্থান্তরিত করা যায় না। এক ফোঁটা এসেন্স যত সহজে উবিয়া গ্যাসীয় আকার ধারণ করে এক ফোঁটা জল তত সহজে বাষ্প হয় না। একগণ্ড ববফ যত সহজে তবল হয় একখণ্ড লোহা তত সহজে তবল হয় না।

সংক্ষেপ :—বাহাদের ওজন আছে তাহারা পদার্থ। অগ্নিশিখা, শব্দ, ছায়া, আলো প্রভৃতি পদার্থ নয়, কিন্তু, ইট, কাঠ, জল বায়ু ইত্যাদি পদার্থ। উত্তাপ, আলো, শব্দ প্রভৃতি শক্তি। তাপ পাইলে পদার্থ কঠিন হইতে ক্রমে তরল ও গ্যাসীয় আকার ধারণ করে, পক্ষান্তরে

শীতল হইলে গ্যাসীয় হইতে ক্রমে তরল পরে কঠিন হইয়া যায়। কঠিন পদার্থ নিম্নে চাপ দেয়, তরল পদার্থ পার্শ্বে ও নিচে চাপ দেয়, গ্যাসীয় পদার্থ সকল দিকেই চাপ দেয়। কঠিন পদার্থের আকার ও আয়তন নির্দিষ্ট থাকে, তরল পদার্থের মাত্র আয়তন নির্দিষ্ট থাকে, গ্যাসীয় পদার্থের আকার বা আয়তন কিছুই নির্দিষ্ট থাকে না।

প্রথম প্রশ্নমালা

১। পদার্থ'কাহাকে বলে? পদার্থের কি কি বিভিন্ন অবস্থা হইতে পারে উদাহরণ দ্বারা বুঝাইয়া দাও। (Define matter what are the different states of matter? give an example of each)

২। তিনটি শক্তি ও পাঁচটি পদার্থের নাম কর। (Name three energies and five matters)

৩। এমন একটি পদার্থের নাম কর যাহা সহজেই কঠিন অবস্থা হইতে উত্তাপ পাঠিয়া ক্রমে তরল ও গ্যাসীয় পদার্থে পরিণত হইতে পারে। (Name such a matter which on being heated may become a liquid and finally a gas from a solid state)

৪। কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় পদার্থের পার্থক্য কি? (Distinguish a solid, a liquid and a gas)

৫। তরল পদার্থ ও গ্যাসীয় পদার্থের কি কি সাদৃশ্য পরিলক্ষিত হয় লিখ। (Show the similarity of properties of a liquid and a gas)

৬। অনুক্ত পদ পূরণ কর:—

কঠিন পদার্থে—প্রয়োগ করিলে তরল পদার্থ হইতে পারে, আবার গ্যাসীয় পদার্থকে —করিলে তরল পদার্থ হইতে পারে।

(Fill up the gaps - If —be applied to a solid, it may be changed into a liquid and if a gas be—, it may be changed into a liquid)

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ

বায়ু ও তাহার সাধারণ ধর্ম

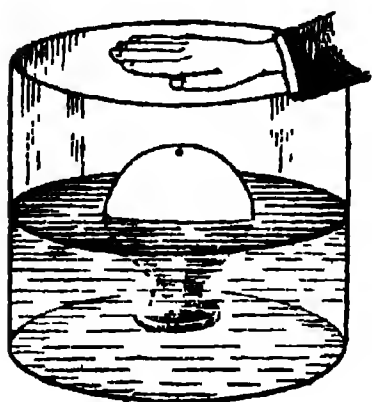
বালকগণ ! তোমরা জান, জল ও বায়ু আমাদের জীবনধারণের দুইটি প্রধান অত্যাৱশ্যকীয় বস্তু । জলাভাবে বরং আমরা দুই একদিন বাঁচিতে পারি, কিন্তু বায়ু অভাবে দুই চারি মুহূর্তও বাঁচিয়া থাকিতে পারি না । ইহাদের বিষয় কিছু জানা তোমাদের প্রথমেই আবশ্যক । আজ তোমাদিগকে বায়ু সম্বন্ধে কয়েকটি কথা বলিব ।

জল যেমন পৃথিবীপৃষ্ঠে সমুদ্রের আকার ধারণ করিয়া আছে, আর তাহাতে কত জলজ উদ্ভিদ, জীবজন্তু, পাহাড়পর্বত ডুবিয়া আছে, পৃথিবীর উপবিভাগে বায়ুসমুদ্রে আমরা ও অন্যান্য জীবজন্তু, গাছপালা ও পাহাড় পর্বত তেমনই ডুবিয়া আছি ।

কোন স্থানে যদি তোমরা কোনও বস্তু দেখিতে না পাও, তবে তোমরা সে স্থানটি শূন্য বল, যেমন—যে কলসীতে কোন দৃশ্যমান বস্তু নাই, সেই কলসীটিকে, যে ঘবে লোকজন আসবাবপত্রাদি নাই সেই ঘরটিকে শূন্য বল, কিন্তু প্রকৃতই কি তাই ? না, তোমরা যাহাকে শূন্য বলিতেছ, তাহা প্রকৃতপক্ষে বায়ু দ্বারা পূর্ণ । বায়ুকে চক্ষু দিয়া দেখিতে পারিয়া যায় না বলিয়াই একপ ভ্রম হয় ! তবে পাখা নাড়িলে বা ঝড় বহিলে বায়ব অস্তিত্ব অনুভব করা যায় । নিম্নলিখিত বায়ু বর্ণ-স্বাদ-গন্ধ বিহীন । তবে যে বাতাস বহিলে তোমরা কোন স্তগন্ধ বা দুর্গন্ধ পাও, তাহা বায়ব গন্ধ নহে । বায়ু কোনও স্তগন্ধ দ্রব্যের বা পচা দ্রব্যের গন্ধ তোমাদের কাছে বহিয়া আনে, তাই তোমরা গন্ধ পাও, এইজন্য বায়ুই আর এক নাম গন্ধবহ । বাতাস বহিলে বায়ু চঞ্চল হয় একথা তোমরা সকলেই স্বীকার করিবে, কিন্তু বায়ু প্রকৃতপক্ষে সর্বদাই চঞ্চল । যখন ইহাকে একেবারে শাস্ত ও স্থির বলিয়া বোধ হয়, তখনও বাস্তবিক ইহা ধীরে ধীরে চলিয়া বেড়াইতেছে, কাবণ, তোমরা জান, ঘরের মধ্যে একটু এসেন্স পড়িয়া গেলে সমস্ত ঘর গন্ধে ভরিয়া উঠে । আবার

কাচের ভিতর দিয়া আমবা যেমন সকল দ্রব্যই দেখিতে পাই, বায়ুর ভিতর দিয়াও সেইরূপ প্রত্যেক দ্রব্য স্পষ্ট দেখিতে পাই, অতএব বায়ু স্বচ্ছ।

বাটি, কলসী বা যে কোনও জিনিষ প্রকৃতপক্ষে বায়ুপূর্ণ কিনা পরীক্ষা করিলেই ইহার সত্যতা উপলব্ধি করিতে পারিবে। একটি শূন্য ঘটি বা কলসী জলে উপুড় করিয়া ডুবাইতে থাক। দেখিবে ঘটি ডুবাইতে কিছু জোব লাগিতেছে এবং কলসীটি ডুবাইতে তদপেক্ষা অধিক জোব লাগিতেছে। এইরূপ পাত্র যত বড় হইবে, তাহাকে জলে ডুবাইতে তোমার জোবও তত অধিক প্রয়োজন হইবে। তাহার পর এই জলে উপুড় করা পাত্রটির তলা ফুটা করিয়া একটি হাত ঠিক সেই



১নং চিত্র—বায়ুর
অবস্থিতি

ফুটার বিছু উপরে রাখ, দেখিবে একটি সূক্ষ্ম বাতাসের স্রোত আসিয়া তোমার হাতে লাগিতেছে (১নং চিত্র)। অতএব বলিতেছি, এই বায়ু নিশ্চয়ই ঐ ডুবান পাত্রটির ভিতর ছিল। পাত্রটি ফুটা করিবাব পর দেখিবে, ইহাকে ডুবাইতে অধিক জোব লাগিবে না। কেন একপক্ষীয় তোমরা বলিতে পার কি? পূর্বে পাত্রের ভিতর বায়ু ছিল, তাই উপুড় করিয়া ধরিলেও জল তাহার মধ্যে প্রবেশ

করিতে পারে নাই। কিন্তু যখন কলসীগাত্রে ছিদ্র করিয়া বায়ুর বাহিরে বাইবাব পথ করিয়া দেওয়া হইল, তখন জল ইহার মধ্যে প্রবেশ করিতে পারিল। অতএব বায়ু স্থান অধিকার করিয়া থাকে।

বায়ু না থাকিলে আমবা কোন শব্দ শুনিতে পাইতাম না। বায়ু স্থিতিস্থাপক বলিয়াই ইহা শব্দশোনা কাজে সহায়তা করিতে পারে।

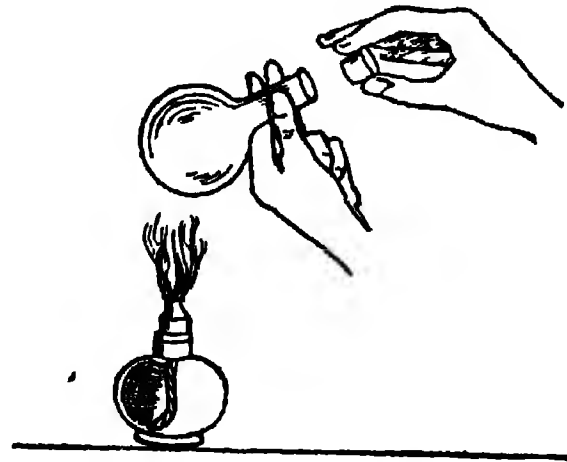
তোমরা দেখিয়াছ, একটুকু সোলা বা কাঠ জলে ফেলিয়া দিলে তাহা ভাসে, আবার একখণ্ড ইট, একটুকু লোহা জলে ফেলিয়া দিলে ডুবিয়া যায়। এমনই যে জিনিষগুলি জলের উপর ভাসে, তাহাদিগকে আমবা জল অপেক্ষা লঘু বা

হালকা বলি এবং যেগুলি ডুবিয়া যায় তাহাদিগকে গুরু বা ভারী বলি। সেইরূপ অধিকাংশ জিনিষ বায়ুতে ছাড়িয়া দিলে দেখিবে, তাহা নীচে পড়িয়া ভূমি স্পর্শ কবে। তুলাব মত হালকা জিনিষও বায়ুতে ছাড়িয়া দিলে কিছুক্ষণ ইতস্তত উড়িবার পৰ মাটিতে পড়িয়া যায়। অতএব দেখা যায়, বহু পার্থিব দ্রব্য অপেক্ষা বায়ু লঘু; তাই বলিয়া শকুন, কাক, চিল প্রভৃতি জীব কিংবা এবোপ্লেন প্রভৃতি যন্ত্র যে বায়ু অপেক্ষা হালকা, তাহা তোমরা মোটেই মনে করিও না। কাবণ তোমরা জান, লোহা জলাপেক্ষা ভারী হইলেও লোহাব কড়া জলে ভাসে, লোহার প্রস্তুত বড বড ষ্টিমাব ও জাহাজ জলে ভাসে। সেইরূপ পক্ষিগণ বা এবোপ্লেন প্রভৃতি যন্ত্র বাস্তবিক বায়ু অপেক্ষা গুরু, তবে তাহাদের বায়ুতে ভাসিবার কাবণ অল্প, পবে তাহা জানিতে পারিবে।

অত্যাৗ দ্রব্যেব ত্রায বায়বও ওজন আছে।

কঠিন ও তবল পদার্থেব ওজন সহজেই নির্ণয় করা যায়, কিন্তু বায়ু বা বাষবীয় পদার্থেব ওজন সহজে নির্ণয় করা যায় না। নিম্নলিখিত উপায়ে বায়ুব ওজন আছে বলিয়া প্রমাণ করা যায়।

পরীক্ষা :—একটি কাচকূপী (flask) লও। একটি স্পিৰিট লম্ফেব শিখায় অল্পে অল্পে ইহাকে উত্তপ্ত কব। বেশী উত্তপ্ত হইলে কমালে ইহাব গলা ধবিয়া তলাব দিকে উত্তাপ দাও। পবে একটি ভাল ছিপি দিয়া কাচকূপী-টিব মুখ উত্তমকপে বন্ধ কবিয়া দাও যেন বায়ু ইহাব ভিতব যাতায়াত কবিত্তে না পাবে। এইবাব কাচকূপী-টিকে শীতল কবিয়া একটি সূক্ষ্ম বাসাযনিক তুলাদণ্ডে ওজন কব।

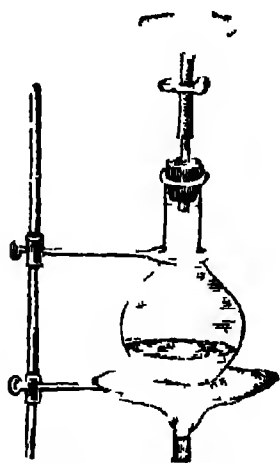


২নং চিত্র—বায়ুর ওজন

পবে ছিপি খুলিয়া ছিপি সমেত পুনর্বায কাচকূপীটি ওজন কব। দেখিবে এই ওজন

পূর্বের ওজন অপেক্ষা অধিক। কাবণ সর্বপ্রথমে কাচকূপীর ভিতর বায়ু ছিল। যখন তাহাকে উত্তপ্ত করা হয় তখন ইহার ভিতর হইতে কিছু বায়ু হাঙ্কা হইয়া বাহির হইয়া যায়। সেক্ষণ অবস্থায় মুখ অঁটিয়া ওজন করা হয়। পবে যখন ছিপি খুলিয়া দেওয়া হয় তখন পুনর্বায বাহিরের বায়ু ভিতরে প্রবেশ করায় ওজন বাড়িয়া যায়। এতদ্ভিন্ন আরও বহুপ্রকারে প্রমাণ করা যায় বায়ু বা বায়বীয় পদার্থের ওজন আছে।

৩নং চিত্রের দ্বায একটি বড় কাচকূপীতে কিছু জল লইয়া মুখটি ছিপি (cork) দিয়া বন্ধ কর। ছিপির মধ্য দিয়া একটি সৰু ছুই মুখ খোলা কাচের ফাঁপা নল লাগাইয়া দাও। দেখিও কাচের নল যেন কাচকূপী ভিতরে প্রবেশ করে মাত্র এবং জলে না লাগে। ছিপিটি কাচকূপীর মুখে জোরে অঁটিয়া দিলে, কেবলমাত্র নলের মধ্য দিয়া ভিন্ন বায়ু যাতায়াত করিবার অন্ত কোন পথ থাকিবে না। পবে এই কাচনলের বাহিরের মুখে একটি ববাবের নল লাগাইয়া তাহাতে একটি চিম্টা (clip) লাগাইয়া চিম্টাটি আলগা রাখিয়া কাচকূপীর তলদেশে উত্তাপ দাও। উত্তাপ পাইয়া জল বাষ্পাকারে পাত্র হইতে বাহিরে

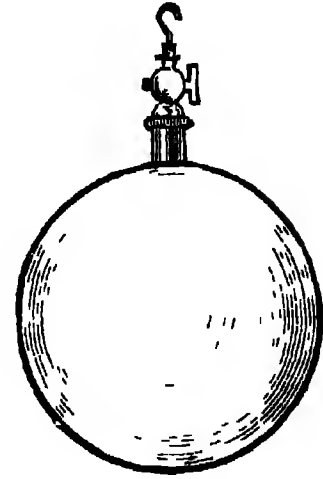


৩নং চিত্র—বায়ুর ওজন

আসিবে এবং সঙ্গে সঙ্গে ভিতরের বায়ুও বাহির হইয়া যাইবে। অতঃপর কিছুক্ষণ জল ফুটাইবার পর, চিম্টা দিয়া ববাবের নল চাপিয়া দাও, এবং পাত্রটি ঠাণ্ডা করিয়া একটি স্থূল তুলাদণ্ডে ওজন কর। পবে চিম্টাটি খুলিয়া দিলে দেখিবে, তুলাদণ্ডের যে বাহুতে পাত্রটি ছিল, তাহা নিচের দিকে নামিয়া যাইতেছে। প্রথমে উত্তাপে বায়ু প্রসারিত হইয়া জলীয় বাষ্পের সহিত বাহির হইয়া গিয়াছিল, এবং বায়ুর স্থান জলীয় বাষ্প

অধিকার করিয়াছিল। শীতলতা পাইয়া জলীয় বাষ্প জমিয়া জল হইয়া যাওয়ায় বায়ুর স্থান প্রায় শূন্য ছিল। কাজেই তখন ওজন কম ছিল। পবে চিম্টাটি

খুলিয়া দিলে বাহিবেব বায়ু ভিতবে প্রবেশ কবায় ওজন বৃদ্ধি পাইল। যতটুকু ওজন বাড়িল, তাহা ঐ পাত্রে জলের উপর হইতে মুখ পর্যন্ত যতটুকু বায়ু ঢুকিল, তাহাব ওজন। এই পৰীক্ষাটি বায়ু-নিষ্কাশন যন্ত্রেব সাহায্যে অতি সহজেই দেখান যাইতে পাবে। এই যন্ত্র দ্বাৰা যে কোনও পাত্র হইতে বায়ু বাহিব কৰিয়া লওয়া যায়। চিত্রে প্রদৰ্শিত গোলকটি এই উদ্দেশ্যে ব্যবহাব কৰা বিশেষ সুবিধা জনক, কাবণ ইহাব নলে একটা চাবি লাগান আছে। বায়ু বাহিব কৰিবাব পৰ পাত্রটিব ওজন, বায়ুপূৰ্ণ পাত্রেব ওজন অপেক্ষা বেশ কিছু কম হয়। বায়ুব ওজন আছে বলিয়াই এইরূপ হয়। বৈজ্ঞানিকগণ স্থিৰ কৰিয়াছেন যে সাধাবণ অবস্থায় পৃথিবী পৃষ্ঠে এক ঘন ফুট বায়ুব ওজন আধছটাকের কিছু বেশী।



৪নং চিত্র—বায়ুব ওজন

ফুটবল খেলিবাব সময় লক্ষ্য কৰিয়া থাকিবে শক্ত চৰ্মাবৃত ববাবেব খলিব ভিতৰ বায়ু প্রবেশ কবাইয়া ফুটবলটিকে শক্ত কবিলেও যখন ইহাকে জোৰে টেপা যায় তখন সঙ্কুচিত হয় অথচ জোৰ সবাইয়া লইলে পুনৰায় ফুলিয়া উঠে। বাল্বেব ভিতৰ বায়ু থাকে বলিয়া একপ হয়। তাহা হইলে দেখা যায় বায়ুব **সংনম্যতা** ও **প্রসারণশীলতা** (Compressibility and expansibility) আছে। পথম পৰীক্ষাব ত্রায় জলে কলসী উপুড কৰিয়া জলেব এই ধর্ম দুইটি সহজেই প্রমাণ কৰা যায়।

অতএব দেখা গেল বায়ু বর্ণ, স্বাদ, গন্ধহীন, সাক্ষাচন ও প্রসাৰণশীল স্বচ্ছ পদার্থ। ইহা সতত চঞ্চল এবং পৃথিবীব বহু পদার্থ অপেক্ষা লঘু।

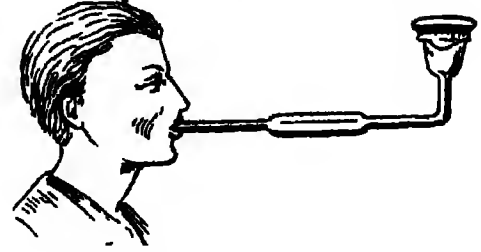
বায়ু মণ্ডলের চাপ

পূর্বেই বলা হইয়াছে যে আমরা বায়ুসমুদ্রে ডুবিয়া আছি ও তাহারই ভিতর চলাফেরা করিতেছি। আমাদের মাথার উপরে এই বায়ুসমুদ্র বহুদূর পর্যন্ত বিস্তৃত আছে। কিন্তু তাহা হইলেও তাহার একটা সীমা আছে। বিজ্ঞানবিদগণ অনুমান করেন যে ভূপৃষ্ঠ হইতে একশত কিংবা দেড়শত মাইল অর্থাৎ এই বায়ু বিস্তৃত আছে। পৃথিবীর সর্বোচ্চ পর্বত হিমালয়ের উচ্চতা প্রায় সাড়ে পাঁচ মাইল, তাহাও বায়ুবাশির উচ্চতার কাছে তুচ্ছ। পৃথিবী বেষ্টিত করিয়া এই যে গভীর বায়ুর আবরণ বহিয়াছে তাহাকে **বায়ুমণ্ডল (Atmosphere)** বলে।

বায়ুর যে ওজন আছে ইহা তোমরা দেখিয়াছ। এখন মনে করা যাউক, বায়ুমণ্ডলের বায়ুবাশি যেন স্তরে স্তরে সজ্জিত আছে। ভূপৃষ্ঠের সহিত সংলগ্ন সর্বনিম্নস্তরকে উপরের বায়ুস্তরগুলির ভার বহিতে হয় বলিয়া উহা সর্বাপেক্ষা ঘন। এই কারণেই ভূপৃষ্ঠ হইতে যত উর্ধ্ব উঠা যায় ততই বায়ু লঘু হইতে লঘুতর হইয়া আইসে। উচ্চ পর্বতের চূড়ায় বায়ু এত লঘু হয় যে, তাহাতে শ্বাসপ্রশ্বাসের কার্য চালান অতিশয় কষ্টকর।

এই বায়ুমণ্ডল ভূপৃষ্ঠের উপর ও পৃথিবীর যাবতীয় দ্রব্যের উপর নিজের ভারবাহিত্ব দ্বারা চাপ দেয় তাহাকে বায়ুমণ্ডলের চাপ বলে। কিন্তু কঠিন পদার্থ যেকোন দিকে চাপ দেয় না। উহা উপরে, নিচে, পার্শ্বে, অর্থাৎ সকল দিকেই সমান ভাবে চাপ দিয়া থাকে। কোনও একটি পাত্রের বাহিরের বায়ু যেমন তাহার উপরে ভিতরের দিকে চাপ দেয় তেমনই উহার ভিতরের বায়ু ও বাহিরের দিকে সমান চাপ দিতে থাকে। কোনও উপায়ে একদিকের বায়ু সবাইয়া লইলেই অপর দিকের বায়ুর চাপ স্পষ্ট হইয়া পড়ে। নিম্নলিখিত পরীক্ষা কয়টি হইতে ইহা তোমরা বেশ বুঝিতে পারিবে।

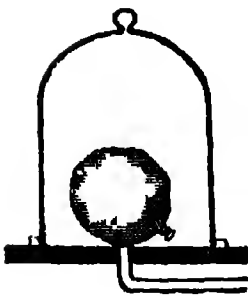
একটি বিয়োজী ফানেল (separating funnel) কে চিত্রের ন্যায় বাঁকাইয়া ফোঁদলের মুখটি পাতলা ববাবের চাদবে ঢাকিয়া বেশ কবিয়া বাঁধ, যেন এই মুখ দিয়া ইহাব মধ্যে বায়ু চলাচল কবিতেনা পাবে। পবে অপব দিকেব নলটি চুষিয়া ইহাব ভিতব হইতে বায়ু বাহিব কবিলে দেখা যাইবে ববাবের চাদব ক্রমশ ভিতব দিকে ঢুকিয়া যাইতেছে। ভিতবে যে বায়ু ছিল



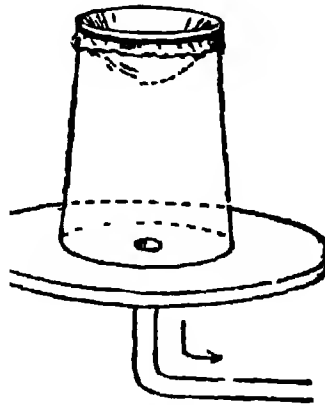
৫নং চিত্র—বায়ুব নিম্নচাপ

তাহাব অধিকাংশ চুষিয়া বাহিব কবিয়া লওয়ায বাহিবের বায়ুমণ্ডলের নিম্নচাপে ববাবটি নিচে ঝুলিয়া পড়ে। চিত্রে ফানেলটির চমাবৃত তলবে ভূ-সমান্তবাল বাখা হইয়াছে। ইহাকে খাড়া বাগিয়া বা ফানেলের মুখ নিচে কবিয়া পরীক্ষা কবিলে একই ফল পাওয়া যাইবে।

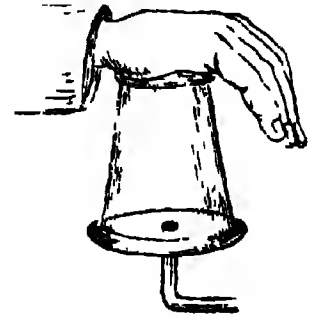
বায়ু-নিষ্কাশন যন্ত্রব থালিব (disk) উপব একটি ফুটবন্ ব্লাডাবেব মুখ বাগিয়া ফেলিয়া বাখ। দেখিও যেন থালিব মধ্যস্থলে যে ছিদ্রপথে বায়ু বাহিব



৬নং চিত্র
বায়ুব চাপ



৭নং চিত্র
বায়ুমণ্ডলের নিম্নচাপ



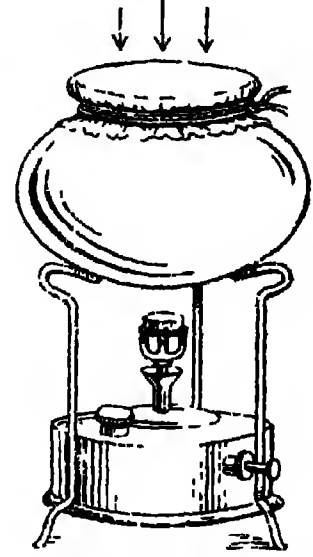
৮নং চিত্র—বায়ুমণ্ডলের
নিম্নচাপে হাতে চাপ লাগিতেছে

হয়, তাহা যেন বন্ধ হইয়া না যায়। পবে ৬নং চিত্রব ন্যায় একটি বৃহৎ কাচপাত্র উপুড় কবিয়া ব্লাডাবটি ঢাকা দাও। এই পাত্রের প্রান্ত দিয়া যাহাতে বাহিবের বায়ু ভিতবে না আসিতে পারে, তজ্জন্য ইহাব ধাবে ধাবে কিছু চর্বি লাগাইয়া

চাপিয়া দাও। পবে যন্ত্ৰেৰ সাহায্যে কাচপাত্ৰেৰ বায়ু নিষ্কাশিত কৰিতে আবৃত্ত কৰিলেই দেখা যাইবে যে, ব্লাডাৰটি ফুলিয়া উঠিতেছে। কেন একপ হয় দেখা যাউক; যন্ত্ৰেৰ দ্বাৰা বায়ু নিষ্কাশন কৰিবাব পূৰ্বে ব্লাডাৰেৰ বাহিৰেৰ বায়ু উহাব উপৰ ভিতৰেৰ দিকে যে পৰিমাণ চাপ দিতেছিল, উহাব ভিতৰেৰ বায়ুও বাহিৰেৰ দিকে ঠিক সেই পৰিমাণ চাপ দিতেছিল। কাচপাত্ৰেৰ মধ্যৰ বায়ু যখন খানিকটা বাহিৰ কৰিয়া দেওয়া হইল, তখন তাহাৰ ভিতৰেৰ অবশিষ্ট বায়ু প্ৰসাৰিত হইয়া পূৰ্বেৰ আয়তন প্ৰাপ্ত হওয়া লয় হইল এবং ইহাৰ চাপ কমিয়া গেল। ফলে ব্লাডাৰেৰ ভিতৰে বায়ুৰ বহিৰ্মুখী চাপ বাহিৰেৰ বায়ুৰ অন্তৰ্মুখী চাপ অপেক্ষা বেশী দাঁড়াইল। এইকপে কাচপাত্ৰেৰ বায়ু যতই বাহিৰ কৰা যাইবে, ব্লাডাৰেৰ দুই দিকেৰ চাপেৰ পাৰ্থক্য ততই বাঢ়িতে থাকিবে, এবং ব্লাডাৰটিও ক্ৰমাগত ফুলিতে থাকিবে।

এক্ষণে বায়ুমণ্ডল যে নিম্নচাপ দেখ, তাহাৰ প্ৰত্যক্ষ পৰীক্ষা কৰা যাউক। ৭নং চিত্ৰেৰ ন্যায একটি ছইমুখ খোলা কাচপাত্ৰেৰ উপৰেৰ মুখটি এৰটি বৰাবেৰ চাদৰ দিয়া শক্ত কৰিয়া বাঁধ। অন্য মুখটি বায়ু নিষ্কাশনযন্ত্ৰেৰ পোটেৰ উপৰ আঁটিয়া বসাও। এইবাব কাচপাত্ৰেৰ ভিতৰেৰ বায়ু অল্লে অল্লে বাহিৰ কৰিয়া লহিলেই দেখা যাইবে যে, বৰাবেৰ চাদৰ ক্ৰমে ক্ৰমে ভিতৰে ঢুকিয়া যাইতেছে। পাত্ৰেৰ ভিতৰেৰ বায়ু লয় হওয়া বাহিৰেৰ বায়ুমণ্ডলেৰ নিম্ন-চাপে একপ হইল। যন্ত্ৰটি কিছুক্ষণ চালাইলে বৰাবটি ফাটিয়া যাইবে। কাচপাত্ৰেৰ উপৰ বৰাবেৰ পৰিবৰ্তে হাত বাগিয়া ভিতৰেৰ বায়ু নিষ্কাশিত কৰিলে হাতেৰ উণৰ বায়ুৰ নিম্ন-চাপেৰ জন্য এত ভাব লাগে যে, হাতটি গুলিয়া লওয়া যায় না। কোন বালকেৰ হাত এইকপ কাচপাত্ৰেৰ উপৰ চাপাইয়া বায়ু নিষ্কাশন যন্ত্ৰেৰ দ্বাৰা বায়ু টানিয়া লহিলে সে সহজে হাত তুলিতে পাৰিবে না। এইকপে তোমৰা বেষা কোতুক দেখাইতে পাব (৮নং চিত্ৰ)। বায়ু-নিষ্কাশন যন্ত্ৰ না থাকিলে এই পৰীক্ষাটি নিম্নলিখিত উপায়ে কৰা যাইতে পাবে। একটি বড হাঁড়িতে (৯নং চিত্ৰ) কিছু জল লইয়া কিছুক্ষণ উত্তমৰূপে ফুটাইতে থাক। পবে একটি বৰাবেৰ চাদৰ পাত্ৰেৰ মুখে এমন ভাৰে

শক্ত কবিতা বাঁধ, যেন ইহাব মধ্যে বায়ু কিছুতেই প্রবেশ করিতে না পারে। পবে পাত্রটি শীতল হইলে দেখা যাইবে যে, ববাবটি নিচেব দিকে নামিয়া গিয়াছে। জল ফুটাইলে ইহাব বাষ্পেব সহিত হাঁডিব ভিতবেব বায়ু অনেকটা বাহিব হইয়া যায়। হাঁডি শীতল হইলে অধিকাংশ বাষ্প জমিয়া জল হয়। ভিতবে যেটুকু বায়ু ছিল, তাহা লঘু হওয়ায় চাপ খুব কমিয়া যায়, স্তববাং বাহিবেব বায়ুমণ্ডলেব নিম্নচাপে ববাবটি ঝুলিয়া পড়ে। এখানে একটি প্রশ্ন তোমাদেব মনে উঠিতে পাবে যে, ববাবেব উপবে বহুদূব বিস্তৃত বায়ুমণ্ডল যে চাপ দিতেছে, উহা পাত্রেব ভিতব অত্যল্প পরিমাণ বায়ুেব চাপেব সমান কি না, হাঁ, নিশ্চয়ই সমান। কারণ বায়ু বাহিব কবিতা লইবাব পূবে ববাবটি সমতল ছিল। আবও দেখ পাত্রেব ভিতব যে বায়ু ছিল, তাহা তো বাহিবেব বায়ুেবই অংশ ছিল এবং তাহাদেব ঘনত্ব একই ছিল।



১নং চিত্র—বায়ুমণ্ডলেব নিম্নচাপ

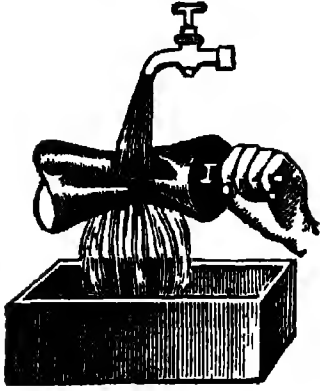


১০নং চিত্র—বায়ুমণ্ডলেব উর্ধ্বচাপ

কাগজ চাপা দাও। আন্তে আন্তে কাগজ সমেত গ্লাসটি উপুড কবিতা দিলে দেখিবে যে গ্লাসেব জল পড়িয়া যাইতেছে না (১০নং চিত্র)। কাগজেব উপব বায়ুমণ্ডলেব উর্ধ্বচাপ গ্লাসেব জলেব ভাব অপেক্ষা বেশী হওয়ায় কাগজটিকে পড়িতে দেয না।

একটি পাতলা টিনেব কোটায় কিছু জল বাখিয়া আগুনে উত্তমরূপে ফুটাই। পবে কোটাটিব মুখ উত্তমরূপে বন্ধ কবিতা শীতল কবিতা জল কোটােব গায়ে জল সেচন কব। শীতল হইলে দেখিবে

বাহিবেব বায়ুৰ সৰ্বদিকে চাপেৰ জন্য কোটাৰ চতুৰ্দিক চুপসাইয়া গিয়াছে (১১নং চিত্ৰ)।



১১নং চিত্ৰ—বায়ুৰ
সৰ্বদিকে চাপ

বায়ুৰ চাপেৰ একটো আশ্চৰ্যজনক পৰীক্ষা ১৬৫৪ খৃষ্টাব্দে জাৰ্মান সম্ৰাটেৰ সম্মুখে অটো ভন গ্যাবিক (Auto Von Guericke) কৰ্তৃক সম্পাদিত হৈছিল। বালাযুক্ত দুইটি ধাতু নিৰ্মিত ফাঁপা অৰ্ধগোলক বোটাৰ মত এমনভাবে প্ৰস্তুত কৰা হয় যেন কোটাৰ মত বন্ধ কৰিলে কোন ফাঁক দিয়া ইহাৰ মध्ये বায়ু চলাচল কৰিতে না পাবে। একটো অৰ্ধগোলকে একটো প্যাচকল যুক্ত নল লাগানো থাকে।

প্যাচকল ঘূৰাইয়া ইহাৰ ভিতৰ বায়ু চলাচলেৰ পথ বন্ধ কৰা বা খোলা যায়। এই নলেৰ মূখ পাম্পৰ সহিত যোগ কৰিষা ইহাৰ মধ্যস্থ বায়ু বাহিৰ কৰা যায়।



১২নং চিত্ৰ—অটোভন গ্যাবিক

পৰীক্ষাত দেখা গিয়াছিল ইহাৰ ভিতৰেব বায়ু বাহিৰ কৰিবাব পূৰ্ণ দুইদিকে চাবিটি কৰিষা আটটি থোড়ায় অৰ্ধগোলক দুইটাক খুলিষা পৃথক কৰিতে পাবে নাহি, অথচ প্যাচকল খুলিষা যখন ইহাৰ মৰো বায়ু প্ৰবেশ কৰান হইল তখন একটো শিশুও

অনায়াসে ইহাদিগকে পৃথক কৰিতে পাৰিষাছিল। ম্যাগ-



১৩নং চিত্ৰ

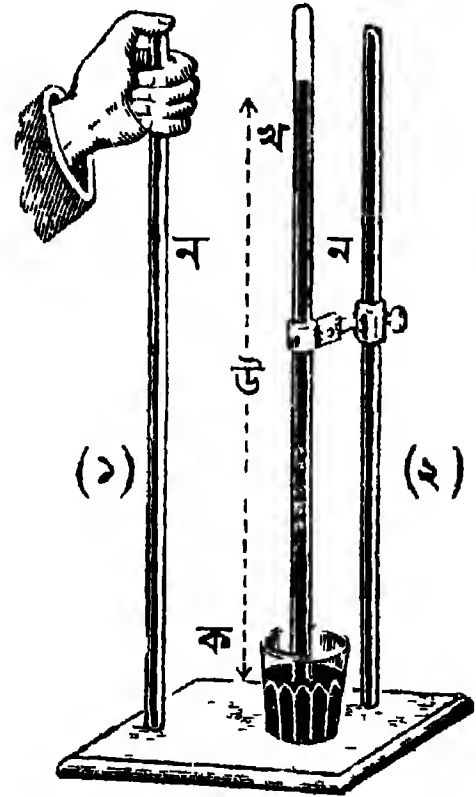
ম্যাগডেবাৰ্গ গোলাধ

ডেবাৰ্গ সহবে এই পৰীক্ষা হয় বলিয়া যন্ত্ৰটিৰ নাম দেওবা হয় ম্যাগডেবাৰ্গ গোলাধ (Magdeburgh Hemisphere)।

একটি কাগজের ঠোঙ্গাকে হাত দিয়া ফুলাইয়া তাহার মুখটি মুঠা কবিয়া চুপ-সাইয়া দিলে ঠোঙ্গাটি ফুলিয়া থাকিবে। কিন্তু ঠোঙ্গার মুখে মুখ দিয়া ভিতরের বায়ু বাহির কবিয়া দিলে ঠোঙ্গাটি চাৰিদিক হইতে চুপসাইয়া যায়। ইহার কাৰণ ঠোঙ্গার ভিতরের বায়ু চুষিয়া লইলে চাপ কমিয়া যায়, কিন্তু বাহিরের বায়ুর চাপ সমান থাকায় ইহাকে চাৰিদিক হইতে চাপিয়া ধবে।

ব্যারোমিটার

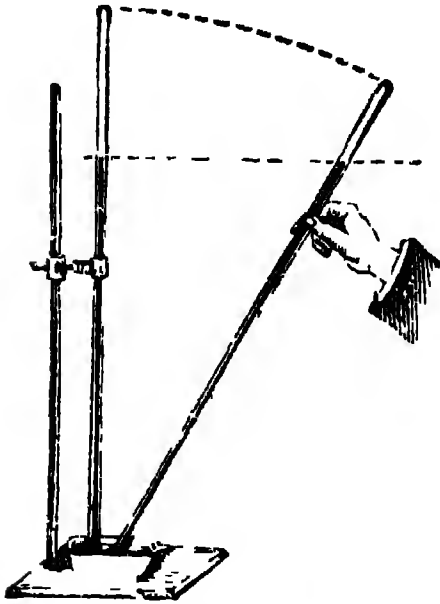
কোন স্থানে বায়ুমণ্ডল কি পৰিমাণ চাপ দেয়, তাহা স্থির কবিবার জন্য যে বস্তু ব্যবহৃত কৰা হয়, তাহাকে **ব্যারোমিটার** (Barometer) বলে। এক মুখ বন্ধ, প্রায় ৩০ ইঞ্চি লম্বা একটি কাচের সরু নল ন (১৭নং চিত্র) লইয়া তাহাকে সম্পূর্ণ কাপে পূৰ্ণ কৰ। দেখিও যেন পূৰ্ণ কবিবার সময় নলের মধ্যে সামান্য মাত্রাও বায়ু না থাকিয়া যায়। এখন পূৰ্ণ নলের মুখটি অঙ্গুলির দ্বারা দৃঢ়ভাবে চাপিয়া ধৰ এবং একটি পূৰ্ণ পাত্রেব উপর এমন ভাবে উল্টাইয়া ধৰ যেন অঙ্গুলির দ্বারা বন্ধ মুখটি দ্বিতীয় পাত্রেব পূৰ্ণের মধ্যে আসিয়া পড়ে। এখন অঙ্গুলি পূৰ্ণের মধ্য হইতে সাবধানে বাহির কবিয়া লও। অঙ্গুলি সরাইবার সঙ্গে সঙ্গে দেখিবে যে, নলের ভিতর পূৰ্ণ কিঞ্চিৎ নাগিয়া আসিয়াছে। এখন নলটিকে লম্বাভাবে খাড়া কৰিয়া রাখ এবং পাত্রেব পূৰ্ণ হইতে নলের ভিতর দণ্ডায়মান পূৰ্ণস্তম্ভের উচ্চতা অর্থাৎ কক্ষ দূৰত্ব (১৮ নং চিত্র) একটি স্কেলের



১৮নং চিত্র—ব্যারোমিটার

দ্বারা মাপিলে দেখিবে যে, ইহা প্রায় ৩০ ইঞ্চি। নলের ভিতর পানদেব উপর প্রায় দুই ইঞ্চি পৰিমিত যে স্থানটুকু বহিল, তাহা একেবাবে বায়ুশূন্য। বৈজ্ঞানিক টবিসেলিব নামানুসাবে উহাকে ‘টবিসেলিব শূন্য স্থান’ বলা হয়। এইরূপ একটি পানদপূর্ণ পাত্রেব উপর উপুড় কবা পানদপূর্ণ নলই মোটামুটি **ব্যারোমিটার**। ইহাব পাত্রেব পানদেব উপর বায়ু যে চাপ দিতেছে, তাহাই ঐ নলের পানদ-স্তম্ভকে পড়িতে দিতেছে না।

এখন যদি পানদপূর্ণ নলটিকে আন্তে আন্তে হেলাইয়া ধরা হয় তবে দেখা যাইবে টবিসেলিব শূন্য স্থান কমিয়া যাইতেছে। যত বেশী হেলান হইবে ততই



১৫নং চিত্র—টবিসেলিব শূন্য স্থানের হ্রাস

ঐ টবিসেলিব শূন্য স্থান কমিতে থাকিবে। নলটি খুব বেশী হেলাইয়া ধরিলে তখন সমস্ত নলটিই পানদপূর্ণ হইয়া যাইবে—টবিসেলিব শূন্যস্থান আর থাকিবে না। মোট কথা নিচের পাত্রেব পানদ-তল হইতে পানদস্তম্ভেব উচ্চতা খাড়া ভাবে ৩০" পর্যন্ত থাকিবে। হেলাইলে ঐ খাড়া উচ্চতা কমিয়া যায় বলিয়া উপবোক্তরূপ ঘটনা ঘটে। ১৫নং চিত্রে ব্যাপাবটি দেখান হইল।

যদি কোনও কাবণে বায়ুমণ্ডলেব চাপ কমে বাড়ে, তবে নলমধ্যস্থ পানদস্তম্ভেব উচ্চতাও কমিবে বাডিবে। সমুদ্রপৃষ্ঠে এই পানদস্তম্ভেব উচ্চতা ৩০ ইঞ্চি। সমুদ্র-পৃষ্ঠ হইতে যতই উপরে উঠা যায়, বায়ুমণ্ডলেব চাপ ততই কমিতে থাকে এবং পানদস্তম্ভেব উচ্চতাও তত হ্রাস পাইতে থাকে। পাহাডেব উপর ব্যারোমিটার এবং পানদস্তম্ভেব উচ্চতা লক্ষ্য করিলে ইহা প্রমাণিত হইবে। পাহাডেব উপর না উঠিয়াও বায়ু-নিষ্কাশনযন্ত্রেব সাহায্যে ইহা সহজেই পরীক্ষা করিতে পারা যায়। ১৬নং চিত্রে দেখ, একটি ব্যারোমিটারেব কাচনলটি একটি কাচপাত্রেব মুখে

ছিপিব ভিতৰ দিশা উপৰে উঠিয়াছে। কাচপাত্ৰটি একটি নল সংযুক্ত প্লেটৰ উপৰ বসান আছে। এখন কাচপাত্ৰৰ ভিতৰে বায়ুৰ চাপ বাহিৰেৰ বায়ুৰ চাপেৰ সমান। এইবাব নলে মুখ দিয়া কাচপাত্ৰৰ বায়ু কতকটা টানিয়া লইলে পাবদ স্তম্ভ দ্ৰুত নামিতে থাকিবে। সমুদ্রপৃষ্ঠ হইতে মোটামুটি প্ৰতি নব্বাশ ফুট উচ্চতায় বায়ুৰ চাপ পাবদস্তম্ভৰ উচ্চতা এক ইঞ্চি কমাইয়া দেখ। পৰীক্ষা কৰিয়া দেখা গিয়াছে যে, সাড়ে তিন মাইল উপৰে বায়ুৰ চাপ ১৫ ইঞ্চি পাবদ-স্তম্ভৰ সমান এবং দশ মাইল উচ্চ মাত্ৰ ৩ ৭৫ ইঞ্চি। অতএব কোনও স্থানে ব্যাৰোমিটাৰএৰ সাহায্য বায়ুৰ চাপ দেখিয়া সমুদ্রপৃষ্ঠ হৈতে সেই স্থানেৰ মোটামুটি উচ্চতা নিৰ্ণয় কৰিতে পাৰা যায়। যে স্থানে বায়ুমণ্ডলৰ চাপ সমুদ্রপৃষ্ঠৰ বায়ুমণ্ডলৰ চাপ হইতে দুই ইঞ্চি কম, সে স্থান সমুদ্রপৃষ্ঠ হইতে মোটামুটি ১৮০০ ফুট উচ্চে



১৬নং চিত্ৰ—বায়ুচাপেৰ
হাসে পাবদ স্তম্ভেৰ
নিৰ্ণয়

এখন বোধ হয় তোমৰা জিজ্ঞাসা কৰিব যে, ব্যাৰোমিটাৰে কেবল পাবদ ব্যবহাৰ কৰা হয় কেন। তাহাৰ উত্তৰ এই যে, পাবদেৰ পৰিবাহিত জল বা অন্য কোনও তৰল পদাৰ্থ দ্বাৰা কাচনলটি পূৰ্ণ কৰিয়া ব্যাৰোমিটাৰ প্ৰস্তুত হইতে পাবে, কিন্তু কাচনলটিৰ দৈৰ্ঘ্য এককপ হইবে না। পাবদ জল অপেক্ষা ১৩ ৬ গুণ ভারী। অতএব বায়ুমণ্ডলৰ যে চাপ ৩০ ইঞ্চি পৰিমিত পাবদস্তম্ভকে দাড কৰাইয়া বাগিতে পাবে, তাহা $\frac{30 \times 13.6}{12}$ অৰ্থাৎ প্ৰায় ৩৪ ফুট উচ্চ জলস্তম্ভ দাড কৰাইয়া বাগিব। কাজেই নলে জল ব্যবহাৰ কৰিতে হইলে, অস্তিত ৩৫ ফুট লম্বা নল লইতে লইবে। একপ প্ৰকাণ্ড নল লইয়া পৰীক্ষা কৰা অসুবিধাজনক। ইহা ছাড়া আৰও কতকগুলি অসুবিধাৰ জন্য জল বা অন্য তৰল পদাৰ্থ ব্যাৰোমিটাৰে ব্যবহাৰ হয় না।

মনে কৰ নলেৰ ছিদ্ৰেৰ ক্ষেত্ৰফল ১ বৰ্গ ইঞ্চি ও পাবদস্তম্ভৰ উচ্চতা ৩০ ইঞ্চি।

সুতবাং ৩০ ঘনইঞ্চ পাবদন্তু বাহিবেব বায়ুমণ্ডলেব চাপে নলেব ভিত্তব দাঁড়াইয়া বহিল। কিন্তু ৩০ ঘন ইঞ্চ পাবদেব ওজন প্রায় সাড়ে সাত সেব। সুতবাং বায়ুমণ্ডল ভূতলে প্রতি বর্গ ইঞ্চ পবিমিত স্থানে প্রায় সাড়ে সাত সেব ওজনেব চাপ দেব।

আমাদেব শবীবেব উপবকাব ক্ষেত্রফল যদি মোটেব উপব ১৬ বর্গফুট ধবা যায়, তাহা হইলে বায়ুমণ্ডল সর্বদা আদাদেব শবীবেব উপব $\frac{16 \times 198 \times 9}{80}$ বা ৪৩২

মণ চাপ দিতেছে। একমণ বোঝা মাগায় বহিয়া আনিতে কষ্ট হয়, কিন্তু আশ্চর্যেব বিষয় যে, বায়ুমণ্ডলেব এই গুরুভাব সর্বদাই আমাদেব দেহেব উপব বহিয়াছে, অথচ তাহা আমবা মোটেই টেব পাই না। তাহাব কাবণ বাহিবেব বায়ু চাবিদিক হইতেই সমভাবে চাপ দিতেছে। আমাদেব শবীবেব ভিত্তবেও বায়ু বহিয়াছে, নাসিকা, ফুসফুস, লোমকূপ ইত্যাদি দিয়া সেই বায়ুব সহিত বাহিবেব বায়ুব যোগ বহিয়াছে। অতএব শবীবাভ্যন্তরস্থ বায়ুব চাপও বাহিবেব বায়ুব চাপেব সমান। এখানে আব একটি প্রশ্ন উঠিতে পারে যে, আমবা এই দুইটি বিপরীতাভিমুখী চাপে পিষ্ট হইবা ঝাই না কেন। বিজ্ঞানবিদগণ বলেন, যে আমাদেব শবীব এই পবিমাণ চাপ বহন কবিবাব উপযোগী কবিয়াই গঠিত হইয়াছে। এই চাপ কোনও কাবণে বাড়িলে বা কমিলে আমাদেব অনভ্যন্ততা হেতু বড় কষ্ট হয়। উচ্চ পর্বত-শৃঙ্গ আবোহণ কালে অথবা এবোগেনে কবিয়া উপবে উঠিলে বায়ুমণ্ডলেব কম চাপেব জন্তু দেহাভ্যন্তরস্থ বায়ু প্রসারিত হইবাব চেষ্টা কবে, ফলে প্রায়ই নাক, কান দিয়া বক্ত বাহিব হয়।

সংক্ষেপ :—বায়ু, বর্ণ, স্বাদ, গন্ধহীন, সঙ্কোচন ও প্রসারণশীল স্বচ্ছ পদার্থ। ইহা সতত চঞ্চল এবং পৃথিবীর বহু পদার্থ অপেক্ষা লঘু। নিজ ভাবহেতু ইহা পদার্থে, উষ্ণ নিম্ন ও সকল দিকে চাপ দিয়া থাকে। সে চাপেব পবিমাণ সমুদ্রপৃষ্ঠে প্রতি বর্গ ইঞ্চ পবিমিত স্থানে সাড়ে সাত সেব। যত উচ্চ উঠা যায় তত কমিয়া থাকে। প্রতি ১০০ ফুট উচ্চতায় ব্যারোমিটারের পারদ ১ ইঞ্চ নামিয়া যায়। অধিক উচ্চে উঠিলে বায়ু মণ্ডলেব চাপ কমিয়া যায় বলিয়া আমরা সেখানে স্থল থাকিতে পাবি না। নিচে আমাদেব দেহেব সকল দিকে বায়ুমণ্ডল অত্যধিক চাপ দিলেও

আমরা পিষ্ট হইয়া যাই না তাহার কারণ, আমাদের দেহ এই চাপ সহিবার মত করিয়া প্রস্তুত হইয়াছে।

দ্বিতীয় প্রশ্নমালা

১। বায়ুর গুণের উল্লেখ কর এবং উদাহরণ দ্বারা বুঝাইয়া দাও। (Explain with example the properties of air)

২। দৃশ্যমান পদার্থ শূন্য একটি ঘটি যে প্রকৃতপক্ষে বায়ুপূর্ণ তাহা কিকপে বুঝাইবে ? (How would you show that a pitcher is full of air ?)

৩। বায়ুর ওজন আছে, তাহা কিকপে প্রমাণ করা যায় ? (How it can be proved that air has weight ?)

৪। বায়ুমণ্ডলের চাপ বলিতে কি বুঝায় ? এই চাপের অস্তিত্ব প্রমাণ করিবার জন্য দুইটি পরীক্ষা বর্ণনা কর। (What do you mean by the pressure of air ? Describe experiments by which the existence of this pressure may be proved) [কঃ বিঃ ১৯৪১]

৫। বায়ুমণ্ডলের চাপের পরিমাণ কিকপে নির্ণীত হয় ? হাতের চোটের ক্ষেত্রফল মোটামুটি ১২ বর্গ ইঞ্চি ধরা হয়, তবে ইহার উপর বায়ুর চাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। (How atmospheric pressure is determined ? If the area of the palm of a hand be 12 square inches, find the amount of atmospheric pressure on it)

৬। নিম্নলিখিত ঘটনাসমূহে কি হইবে বল ও তাহার কারণ দেখাও :—

(ক) ঠোঁটে একটি ছোট চাবি লাগাইয়া উহার মধ্যস্থ বায়ু মুখ দিয়া চুষিয়া লওয়া হইল।

(খ) একটি সাধারণ পিচ্কাবীর মুখ জলে ডুবাইয়া পিষ্টনদণ্ডটি উপর দিকে টানা হইল।

(গ) দুষ্কপূর্ণ বাটিতে চুম্বক দেওয়া হইল।

(ঘ) দুই মুখ খোলা কাচনল জলপূর্ণ করিয়া উপরের মুখটি আবদ্ধ দিয়া চাপিয়া রাখা হইল।

(ঙ) ১০ ইঞ্চি লম্বা একমুখবদ্ধ একটি কাচনল পানদপূর্ণ করিয়া একটি পানদপূর্ণ পাত্রের উপর উপুড় করিয়া ধরা হইল।

(Say what will happen in the following cases and state reasons —

(a) A small hollow key is put on a lip and the air is sucked out of it ,

(b) the mouth of an ordinary water syringe is put into water and the

piston is drawn upwards , c) air is drawn from the edge of a cup full of

milk by mouth , (d) a tube, full of water is held up with upper end closed and lower end open , (d) a glass tube 20 inches long and closed at one end is filled with mercury and then carefully immersed into a cup of mercury with other end up)

৭। ফাউন্টেন পেনের কালি-তোলা যন্ত্রের সাহায্যে পেনটিতে কিকপে কালি ভরা হয় ?
(How a fountain pen is filled with the help of a dropper ?)

৮। ব্যারোমিটার বর্ণনা কর। এই যন্ত্রে পারদেব পরিবর্তে জল ব্যবহার করিলে কি অসুবিধা হয় ? (Describe a Barometer , what will be the disadvantages if it is made with water instead of mercury ?)

৯। সমুদ্রতল হইতে কোন স্থানের মোটামুটি উচ্চতা ব্যারোমিটার দ্বারা কিকপে নির্ণয় করা যায় ? (How the height of a place from the sea level can be determined by the help of a Barometer ?)

দার্জিলিংয়ের উচ্চতা যদি ৭০০০ ফিট্ ধরা হয়, তবে সেখানে ব্যারোমিটারের পাবদস্তস্ত কত হইবে ? (If the height of Darjeeling be 7000 ft above the sea level, what will be the Barometer reading there ?)

১০। আমাদের শরীরের উপর বায়ু নিযত গুরুভার দিলেও

(ক) আমরা সে ভার মোটেই বুঝিতে পার না কেন ?

(খ) আমাদের শরীর পিষ্ট হইয়া যায় না কেন ?

(Why do we not realise the pressure of atmosphere on our bodies and why our bodies are not pressed by such a great pressure ?)

তৃতীয় পরিচ্ছেদ

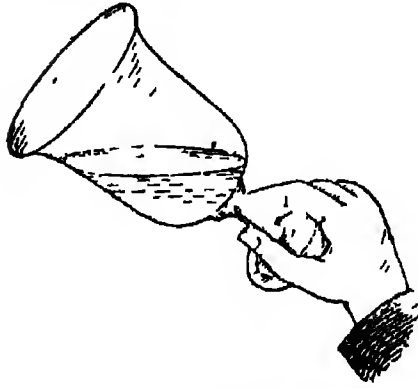
জল

জলের ধর্ম

বায়ব পবেই জল আমাদের জীবন ধারণের পক্ষে অত্যন্ত প্রয়োজনীয় বস্তু। জল না পাইলে প্রাণী ও গাছ পানী কিছুই বাঁচিত না, ভূমিতে চাষ আবাদ হইত না। এই জন্য মকভূমিতে জলাভাবে প্রাণী কিংবা গাছপানী কিছুই থাকিতে পাবে না।

জল তবল পদার্থ এবং ইহা আমাদের কাছে প্রায় বায়ব মতই সহজ প্রাপ্য। তবল পদার্থের কথা মনে হইলে জলের কথা যত সহজে মনে পড়ে তেমন আর কোন পদার্থের কথা নয়। জল বায়ু অপেক্ষা অনেক ভারী। ইহাও স্বচ্ছ, তবে বায়ব মত অধিক নহে। বায়ব ভিত্তি দিয়া বহুদূর পর্যন্ত পদার্থকে যত স্পষ্ট দেখায় জলের ভিত্তি তত স্পষ্ট দেখা যায় না। জলেরও স্বাদ, বর্ণ, গন্ধ নাই। জল বর্ণহীন হইলেও সমুদ্রে জল নীল বর্ণ দেখায়। বর্ণহীন বায়ু স্তবে স্তবে সজ্জিত থাকায় আকাশকে যেমন নীল দেখায় সমুদ্রে বর্ণহীন জল ঐকপ সজ্জিত থাকে বলিয়া সমুদ্রে জল নীল দেখায়। জলের আকাশ নাই। যখন যেকপ পাত্রে বাখা যায় তখন সেই পাত্রের আকাশ ধারণ করে। ইহাকে প্রায় সঙ্কচিত কবিত্তে পানী যায় না বলিলেই চলে, কাজেই ইহা সঙ্কোচনশীলও নয়। একটি পিচকাবীতে জল লইয়া পিচকাবীর মথ আঙ্গুল দিয়া চাপিয়া বন্ধ কবিয়া পিষ্টন দণ্ডটি যত জোবেই ঠেলা যাউক না কেন কিছুতেই ভিতবে বাইতে চাহে না। জল যদি সঙ্কোচনশীল হইত তবে পিষ্টন দণ্ডটির জোবে সঙ্কচিত হইয়া যাইত এবং পিষ্টন দণ্ডটি ভিতবে ঢুকিত এবং পবে জোব কমাইয়া দিলে উহা যদি প্রসারণ

শীল হইত তবে পিষ্টন দণ্ডটি পুনর্বার বাহির হইয়া আসিত। জল সকল সময়ে নিচের দিকে গড়াইয়া যাইতে চায়। মেঝের জল ঢালিলে দেখিয়াছ কেমন ইহা নিচের দিকে ক্রমশ গড়াইয়া পড়ে। এই ধর্মের জন্ত নদীতে স্রোত বহে।

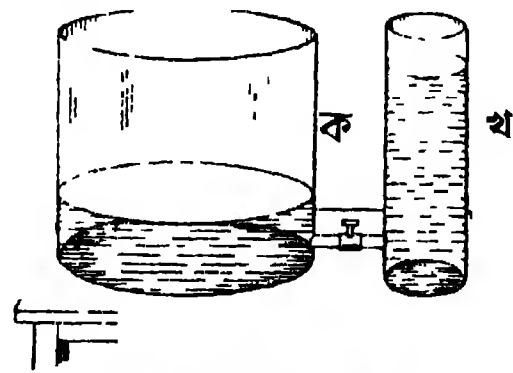


১৭নং চিত্র—জলতল সমতল ও
ভূসমাান্তর

জলের উপবিতল সকল সময়েই সমতল এবং অনুভূম বা ভূমির সহিত সমান্তরাল (horizontal) থাকে। গ্লাস, বলসী, চৌবাচ্চা, পুকুর প্রভৃতির জলের উপবিভাগ যে ভূ-সমান্তরাল তাহা তোমরা নিশ্চয় লক্ষ্য করিয়াছ। এমনকি কোন পাত্রকে কাত করিয়া রাখিলেও তাহার মধ্যস্থ জলের উপবিতল সমতল ও অনুভূম থাকিবে। চিত্রে দেখ পাত্রটি কাত করিয়া রাখিলেও ইহার মধ্যস্থ জলের উপবিতল কেমন সমতল

অথচ অনুভূম বহিয়াছে।

চিত্রে দেখ ক ও খ দুইটি পাত্র একটি নল দ্বারা পরস্পর সংযুক্ত। ইহাদের মধ্যে খ পাত্রটি ক পাত্রের তুলনায় অনেক ছোট। নলের চাৰিটি বন্ধ করিয়া দুইটি পাত্রে জল একপ ভাবে ঢাল যেন খ পাত্রের জলতল ক পাত্রের জলতল অপেক্ষা উচ্চ থাকে। এক্ষণে নলের চাৰিটি খুলিয়া দিলে দেখিবে যে খ পাত্রের জলতল নামিয়া যাইতেছে ও ক পাত্রের জলতল

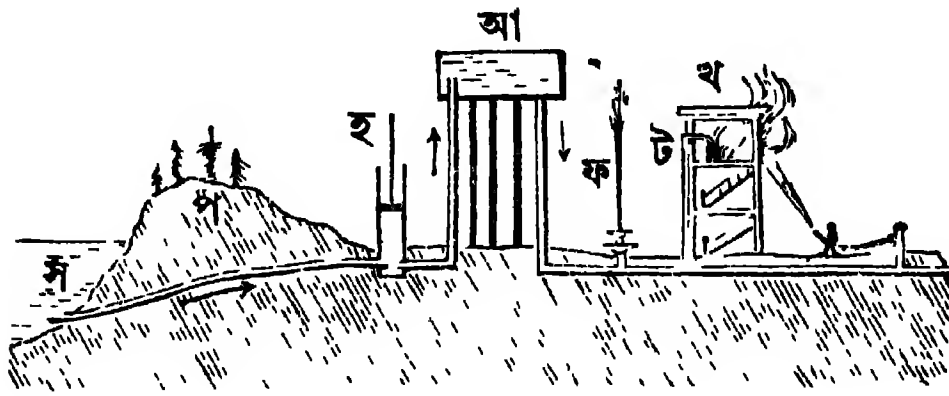


১৮নং চিত্র—জল চলাচল

ক্রমশ উচ্চ হইতেছে। অবশেষে পাত্র দুইটির জলতল এক সমতলে আসিবে। তখন আর চলাচল হইবে না। অতএব দেখা যাইতেছে যে খ পাত্রের জল পরিমাণে কম হইলেও ইহার তলের উচ্চতা হেতু ক পাত্রে আসিল।

যদি বড় পাত্রটির জলতল উচ্চতর হইত তবে দেখিতে ইহার জলই ছোট পাত্রে আসিত। জলের চলাচল জলতলের উচ্চতার উপর নির্ভর করে, পরিমাণের উপর নির্ভর করে না।

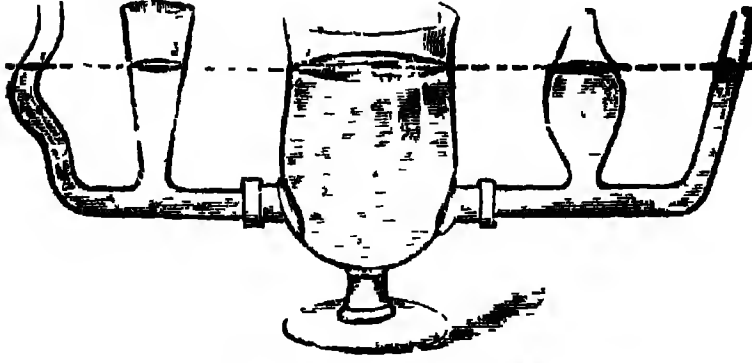
জলের এই ধর্মের উপর নির্ভর করিয়া সহবে কলের জল সবববাহ হইয়া থাকে। বহু উচ্চে একটি অতি বৃহৎ পাত্রে জল পাম্প করিয়া তুলিয়া সঞ্চিত রাখা হয়। পবে বড় নল দ্বারা সেই পাত্র হইতে জল নিচে সবববাহ করা হয়। এই বড় নলের সঙ্গে আবার ছোট ছোট নল, শাখা প্রশাখা হিসাবে বাহিব হইয়া সহবের চতুর্দিকে ছড়াইয়া থাকে। যে কল গুলি হইতে আমবা জল পাই তাহার উচ্চতা



১৯নং চিত্র—সহবে জল সবববাহ

যদি বৃহৎ পাত্রস্থ জলতলের অপেক্ষা নিচু হয় তবে সবদাঁই আমবা জল পাইতে পাবি কিন্তু যদি এই কলগুলি উচ্চে স্থাপিত হয় এবং বৃহৎ পাত্রস্থ জলতলের উচ্চে বা সমান হয় তবে ইহা হইতে জল পাওয়া যাইবে না—নিচু হইলে পাওয়া যাইবে। কিন্তু যত নিচু হইবে তত অধিক জোবে জল পাওয়া যাইবে। এই জন্য সহবের বাড়ীর একতলাব কলের জল যত জোবে পড়ে দোতলাব বা তেতলাব কলের জল তত জোবে পড়ে না। চিত্রে দেখ স নামক নদী, পুকুর বা সমুদ্র হইতে জল হু পাম্প দ্বারা টানিয়া আ নামক আধাবে বন্ধিত হইয়াছে। সেখান হইতে জল আনিয়া ফ নামক ফোঁষা দিয়া বাহিব হইতে পাবে। আবার একটি বাড়ীর উপবে ট নামক স্থানে অনান্যাসে আপনি উঠিতে পাবে।

বিভিন্ন আকাবেব বহু শাখা বিশিষ্ট একটি পাত্রেব একটি শাখায় জল ঢালিলে দেখা যায় জল ঢালা বন্ধ হইলে যতক্ষণ না সকল কটি শাখাব জলতল সমান



২০নং চিত্র—জলতলের সমতা

উচ্চতা প্রাপ্ত হইবে ততক্ষণ জল স্থিতি হইবে না। ইংবাজিতে সেজন্য বলে “Water finds its own level”। চিত্রে বিভিন্ন আকৃতির বহু শাখা

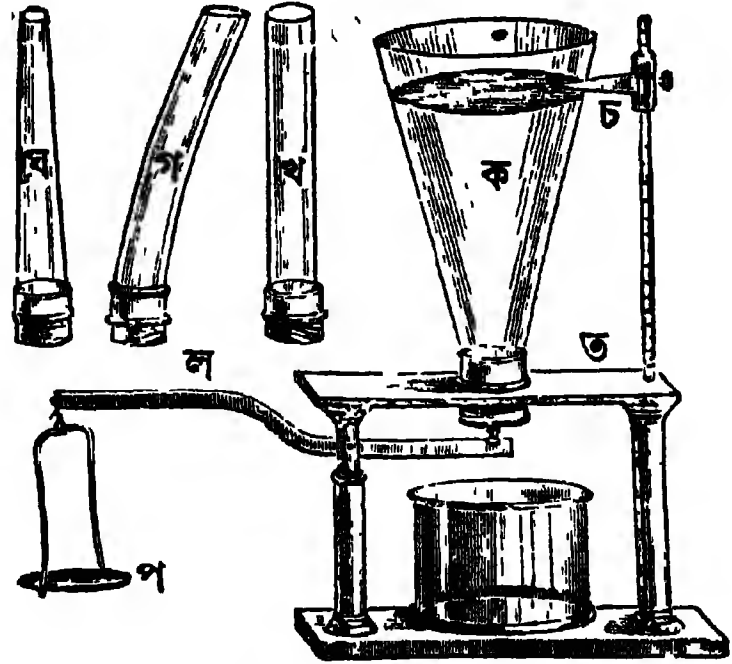
বিশিষ্ট একটি কাচ পাত্রে জলতলের সমতা দেখা গেল। জলের সকল বাহু ধর্ম অগ্ৰাণ্য তবল পদার্থে দৃষ্ট হয়।

তরল পদার্থের চাপ

বায়ুমধ্যস্থ কোন স্থানে বায়ু যে চাপ দিবে সেই চাপ দেখ, তাহা তোমরা পূর্বেই দেখিয়াছ। তবল পদার্থ উহাব অভ্যন্তরস্থ সকল স্থানে চাপ দিবেই চাপ দিয়া থাকে। মনে কবা লাউক, জলের ভিতর জলতলের সমান্তরাল একটি ছোটতল বহিষাছে। এই তলের উপর জলের উপবিতল পর্যন্ত যে জলটুকু দাঁড়াইয়া আছে, তাহাব ভাবের দকণ সে নিম্নদিকে চাপ দিবে, ইহাই জলের নিম্নচাপ। এইজন্য এই তলটিকে জলের ভিতর যতই নিচেব দিকে লওয়া যাইবে, ততই ভাববৃদ্ধিহতু জলের চাপও বেশী হইবে। আবার এই তল যত বিস্তৃত হইবে, উহাব উপর মোট চাপও তত অধিক হইবে। স্তববাং কোনও জলপূর্ণ পাত্রেব তলায় যে মোট চাপ পড়ে, তাহাব পরিমাণ ঐ তলাব বর্গফল ও জলে গভীরতাৰ উপর নির্ভব কবে, জলের পরিমাণের উপর নির্ভব কবে না। পরীক্ষা কবিবার জন্য চিত্রে প্রদর্শিত একটি যন্ত্র ব্যবহার কবিতে হয়। ক খ গ ঘ প্রভৃতি কতকগুলি বিভিন্ন আকাব

ও আয়তন বিশিষ্ট পাত্র; কিন্তু ইহাদের সকলগুলির তলদেশের ক্ষেত্রফল সমান। একটি লেভার লএব এক বাহুতে একটি পান্না প ও অপর বাহুতে একটি বাটি এমন ভাবে লাগান থাকে যে, পান্নায় বাটকাবা দিয়া ছাড়িয়া দিলে অপর বাহুর বাটিটি জোবে উপর দিকে উঠিবার কালে পূর্বোক্ত যে কোন একটি পাত্রেব তলদেশে গিয়া লাগে। বলা বাহুল্য যে

পাত্রগুলির তলদেশ ফাঁকা এবং যদি উহাদিগকে যন্ত্রে লাগান যায় তবেই বাটিটি গিয়া ইহাদের তলদেশ বন্ধ করিবে। পাশে একটি প্রদর্শক চ থাকে, তদ্বারা পাত্রের জল কতদূর উঠিল তাহা স্থির করা যায়। এখন পান্নায় কিছু বাটকাবা দিয়া কোন একটি পাত্র যন্ত্রে লাগাইয়া

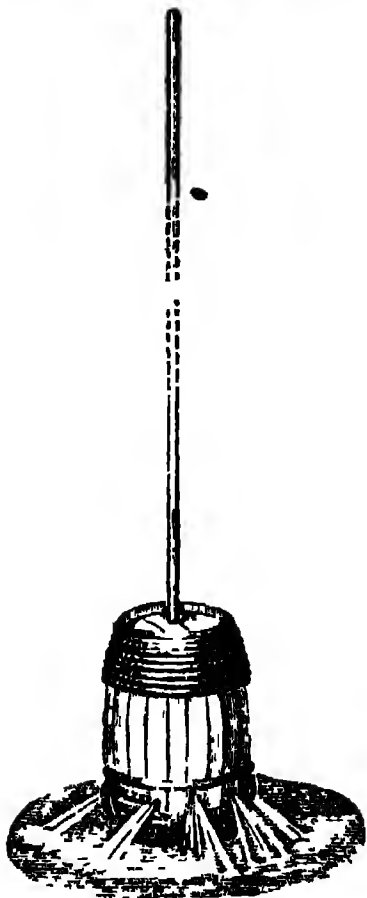


২১নং চিত্র—জলচাপের সমতা

তাহাতে এমনভাবে জল ঢালিতে থাক যেন আব একটি জল দিলে উক্ত জলের নিম্ন চাপ হেতু লেভারের বাটিতে যে চাপ পড়িবে তাহাতে বাটিটি নিচের দিকে নামিয়া যাইবে এবং পাত্র হইতে জল পড়িতে আবস্ত হইবে। ঠিক এইরূপ অবস্থায় প্রদর্শকটিকে জলের উপকিতলে স্থির রাখ। এখন বিভিন্ন পাত্রগুলি লাগাইয়া দেখিলে বুঝিবে যদি জলতল পূর্বোক্ত স্থান পর্য্যন্ত পৌঁছায় তবে সকল পাত্রগুলির অবস্থা একই রূপ হইবে। পাত্রের আকার বা আয়তনের উপর কিছুই যায় আসে না।

জলের এই গুণের উপর নিভব করিয়া অতি আশ্চর্যজনক একটি পরীক্ষা করিতে পাওয়া যায়। একটি বড় মজবুত পিপা জলপূর্ণ করিয়া তাহার মুখটি বন্ধ

কবিয়া একটি সরু দুইমুখ খোলা নল এমনভাবে লাগাইয়া দিতে হইবে যেন ঐ নলে জল ঢালিলে পিপার মধ্যে চলিয়া যায় এবং কোন পথ দিয়া বাহির হইতে

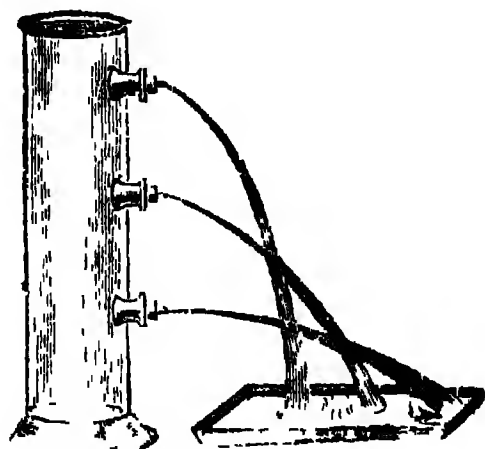


২২নং চিত্র—অল্প মাত্র জলের চাপে পিপা কাটিয়া যাইতেছে

২৩নং চিত্রে দেখা, একটি লম্বা নলের পাশে কয়েকটি ছিদ্র আছে। নলের মধ্যে জল ঢালিলে ছিদ্রপথে কিনকি দিয়া জল বাহির হইতে থাকিবে। নলটির পাশে জলের চাপ পড়িতেছে বলিয়াই এরূপ হয়। তাহা ছাড়া আরও দেখা, সকলের নিচেব ছিদ্র দিয়া জল যত জোরে বাহির হইতেছে, উপরের ছিদ্র দিয়া তত জোরে বাহির হইতেছে না। ইহা

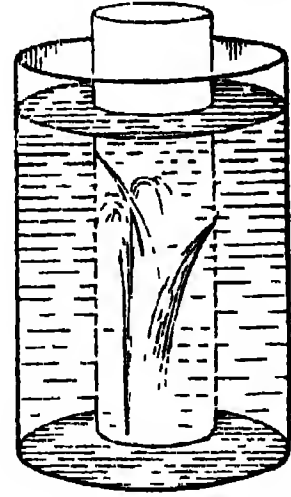
পাষ না। এমনত অবস্থায় ঐ নলের ভিতর দিয়া অল্পমাত্র জল ঢালিয়া দিলে পিপাটি ফাটিয়া যায়। তাহাব কাবণ আব কিছু নহে, পিপার তলাব ক্ষেত্র ফল অধিক থাকায় এবং নল পাথে জলের উচ্চতা অধিক হওয়ায় জলের চাপ বড় গুণ বাড়িয়া গেল। পিপাটি ববাবব যদি একই রূপ মোটা হইত তবে তাহাতে যে জল ধবিত তাহাব চাপ যত হইত একগুণে ঐ অল্প মাত্র জলের দরুণ চাপ ঠিক তাহাব সমান হওয়ায় এরূপ হইল।

কঠিন পদার্থ আপন ভাবের জন্ত কেবল মাত্র নিম্নদিকেই চাপ দেয়, কিন্তু তবল পদার্থ যেমন নিম্নদিকে চাপ দেয়, তেমনই পাশেও চাপ দেয়। সামান্য পরীক্ষা দ্বারা জলের পার্শ্ব-চাপের অস্তিত্ব বুঝান যাইতে পারে।



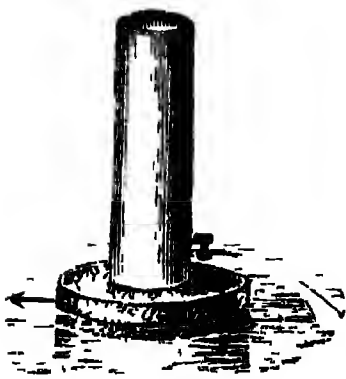
২৩নং চিত্র—জলের পার্শ্বচাপ

হইতে বুঝা যায় যে, ছিদ্রস্থানে জলের গভীরতা যত অধিক, তথাকার পার্শ্বচাপও তত অধিক। অতএব তরল পদার্থের পার্শ্ব-চাপ (Lateral pressure) ইহার গভীরতার সহিত বৃদ্ধি পায়। এই পৰীক্ষাটি আব এক ভাবে কৰা যাইতে পারে। টিনের নলের গায়ে বা তলায় কতকগুলি ফুটা কৰ। বন্ধমুখ অর্থাৎ তলা নিচের দিকে বাথিয়া নলটি সোজাভাবে জলের ভিতর খানিকটা ডুবাইলে দেখা যাইবে যে জলের পার্শ্বচাপ বা উদ্ধৰ্চাপ হেতু সমস্ত ছিদ্র দিয়া জল জোবে ভিতর দিকে প্রবেশ করিতেছে (২৪নং চিত্র)।



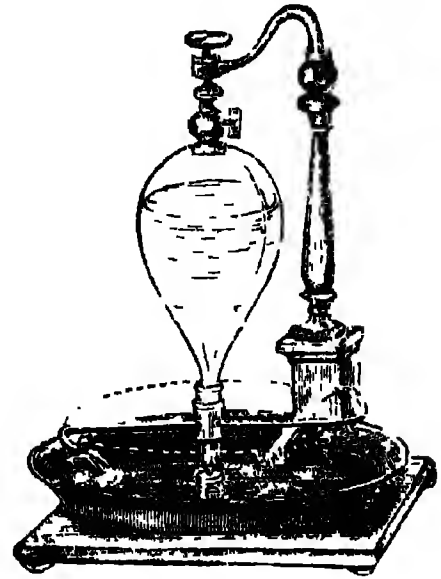
২৪ নং চিত্র—জলের পার্শ্বচাপ ও উদ্ধৰ্চাপ

নিচে প্যাচ কল বিশিষ্ট একটি পাতলা টিনের পাত্রকে এমন একটি কর্কের উপর আঁটিয়া বসান যায যেন ঐ কর্ক সমেত পাত্রটিতে জল ঢালিয়া আব এব জল পূর্ণ পাত্রে ছাড়িয়া দিলে উহা ভাসিতে পারে। এখন টিনের পাত্রটির প্যাচ কল খুলিয়া দিলে উহা হইতে জল নিগত হইয়া



২৫ নং চিত্র—জল নির্গমনের ফলে পাত্রের পশ্চাদপসরণ

বৃহত্তর পাত্রের জলে পড়ে এবং দেখা যায় কর্ক-সমেত পাত্রটি পশ্চাদদিকে সরিয়া নাষ্ট হইতেছে। ইহার কারণ পাত্রের যে দিক দিয়া জল নির্গত হইয়া যাইতেছে সেই দিকের পার্শ্বচাপ কমিয়া যায়, অতএব তাহার বিপরীত দিকে পার্শ্বচাপ পূর্ববৎ থাকায় উহার গতির অন্ত-

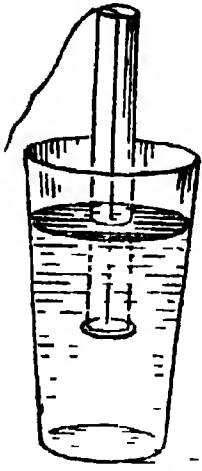


২৬নং চিত্র—বাক্যের যন্ত্র

বায় কেহ থাকে না; কাজেই পাত্রটি বিপরীত দিকে সরিয়া যায়। এই

গুণেব উপর নির্ভর করিয়া বার্কাব সাহেব কেমন একটি কোতুর্ক জনক যন্ত্রেব আবিষ্কার কবিন্না ছিলেন চিত্রে দেখ। ইহাব দুই পাশেব দুইটি নল একই দিকে বাকান থাকায় জলেব চাপ কমিয়া যাওয়ায় জল পাত্রটি ঘুরিতে থাকে।

উপবেব পরীক্ষায় ঐ নলটিব তলায় ফুটা থাকায় দেখিয়াছ যে, জল ফিন্‌কি দিয়া নলটিব ভিতরে উপর দিকে উঠিতেছে। ইহাব দ্বারা বুঝা যায় যে জলেব



২৭নং চিত্র

জলেব উর্ধ্বচাপ

উর্ধ্বচাপও আছে। জলেব উর্ধ্বচাপ (Upward thrust) বুঝিব'ব জন্য আর একটি পরীক্ষা করা যাউক।

দুইমুখ খোলা একটি কাঁচের নল লও এবং তাহাব মুখ ঠিক ঢাকিয়া বাঁধিতে পাবে এমন একটি টিনেব চাক্‌তি লইয়া

উহাব মাঝে একটি লম্বা সূতা আটকাইয়া বাঁধ। এখন নলেব মধ্যে চাক্‌তি লাগাইয়া উহাব সূতাটি নলেব মধ্য দিয়া

অন্য মুখে টানিয়া ধরিয়া বাঁধ (২৭নং চিত্র)। এইরূপ অবস্থায় নলটিবে একটি জলপূর্ণ গ্লাসেব মধ্যে ধীরে ধীরে খানিকটা

ডুবাইয়া দাও, দেখিবে সূতা ছাড়িয়া টিনেব চাক্‌তিটি নলেব মুখে লাগিয়া আছে, পড়িয়া বাইতেছে না। ইহা হইতে বুঝা গেল যে চাক্‌তিব

নিম্নস্থ জলেব উর্ধ্বচাপ দ্বারাই ইহা নল-মুখে আটকাইয়া আছে। এইবার নলেব গোলামুখ দিয়া ভিতরে জল ঢালিতে থাকিলে দেখিবে যে, নলেব

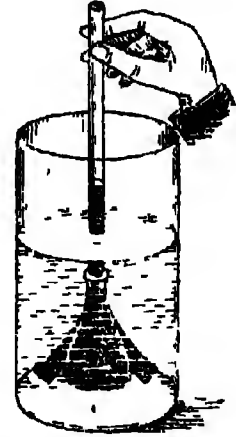
জল যখন বাহিরেব জলেব সহিত প্রায় এক সমতলে আসিয়াছে, তখন চাক্‌তিটি নলেব মুখ হইতে পসিয়া পড়িল। এখন চাক্‌তিব উপর গ্লাসেব

জলেব উর্ধ্বচাপ ও তাহাব উপর নলমধ্যস্থ জলেব নিম্নচাপ সমান হওয়াতে চাক্‌তি নিজেব ভাবেব জন্য থসিয়া পড়িল। এই পরীক্ষা হইতে বুঝা গেল,

জলমধ্যস্থ যে কোনও স্থানে জলেব উর্ধ্বচাপ ও নিম্নচাপ সমান থাকে। জলেব ত্রাণ অত্যাঁচ তবলপদার্থও এইরূপ নিম্নচাপ, পার্শ্বচাপ ও উর্ধ্ব-

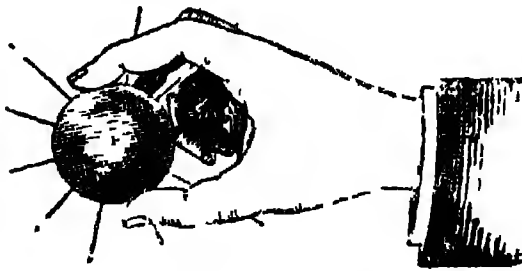
চাপ দেয়।

একটি ছইমুখ খোলা সব কাচের নলের একমুখ, পাতলা ববাবের বেলুনের নলের মধ্যে ঢুকাইয়া ববাব নলটি কাচ নলের উপর উত্তমরূপে স্থতা দিয়া বাঁধ, যেন কাচ নলের ভিতর দিয়া বেলুনের মধ্যে জল ঢালিলে সে জল ঐস্থান দিয়া বাহির হইতে না পাবে। পবে কিছু বঙিন জল কাচনল মধ্য দিয়া বেলুনের ভিতর ঢাল যেন সমস্ত বেলুন পূর্ণ হইয়া ঐ বঙিন জল কাচনলের মধ্যেও কিছু উঠিয়া থাকে। এমতাবস্থায় যদি কাচনলটি ধরিয়া বেলুনটিকে জলে ডুবান যায় তবে দেখা যায় বেলুনটি যত অধিকজলে ডুবান যাইবে ইহাব মধ্যস্থ বঙিন জল ততই কাচনলে উপরে উঠিতে থাকিবে। তাতা হইলে বুঝা যায় যত জলের গভীরতা বাড়িবে ততই ইহাব চাপ অধিক হইবে।



২৮নং চিত্র—জলের গভীরতা বৃদ্ধির সহিত চাপ বৃদ্ধি

তবল 'ও বায়ব্য পদার্থের আব একটি ধর্ম' এই যে উতাদেব যে কোনও এক স্থানে



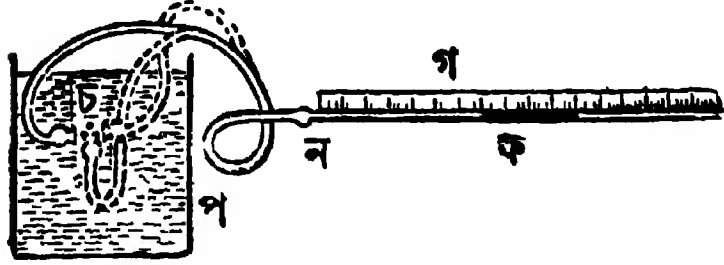
২৯নং চিত্র—জলের সব'দিকে চাপ

চাপ দিলে, সেই চাপ সকল দিকে সমান ভাবে চালিত হয়। ইতাক **পাঙ্কাল** সাহেবের নিয়ম বলে। পার্শ্বস্থ চিত্রে ববাবের বলটির গায়ে একটি বড ও অন্ত কতকগুলি ক্ষুদ্র ছিদ্র আছে।

বলটিকে টিপিয়া উহাব ভিতবেব বায় বাহির কবিয়া দিয়া জলের ভিতর ডুবাইয়া ধব। হাতেব চাপ সবাইয়া লইলে জল বলের ভিতর প্রবেশ কবিবে। জলপূর্ণ বলটি জল হইতে বাহির কব। পবে বড ছিদ্রটি আঙ্গুল দিয়া বন্ধ কবিয়া বলের উপর চাপ দিলে জল বিভিন্ন ছিদ্র পথে চাবিদিকেই সমান জোবে ছিটকাইয়া পড়িবে।

৩০ নং চিত্রে প্রদর্শিত বস্ত্র সাহায্যে প্রমাণ করা যাইতে পারে জলের ভিতর কোন স্থানের নিম্নচাপ যত, উর্ধ্ব বা পার্শ্বচাপ ঠিক তত। গ একটি মাপিবাব

গজ . ইহাব গায়ে একটি ববাবেব নল ন সংযুক্ত একটি কাচ নল ভূ-সমাস্থবাল কবিয়া বাগা হইয়াছে। ববাবেব নলেব এক প্রান্ত শুষ্কিয়া কাচেব নলেব ভিতর এক ফোঁটা কালি লওয়া হইয়াছে। মনে কবা যাউক ফ ইহাব অবস্থান নির্দেশ



৩০নং চিত্র—তবল পদার্থে একস্থানের সকল
বকম চাপ সমান

কবিতেকে। ববাবেব নলেব অপব প্রান্তে একটি কাচেব ফানেলেব ডাঁটি প্রবেশ কবাইয়া ফানেলেব মুখ পাতলা ববাব দিয়া উত্তমরূপে বাধা হইয়াছে, যেন ইহাব ভিতর জল

প্রবেশ কবিতে না পাবে। একপ অবস্থায় ফানেলটি প পাত্রের জল মধ্যে যে কোন স্থানে, মান কব চতে আছে। ঠিক চ বিন্দুতে ফানেলেব মুখেব কেন্দ্র বাগিয়া ফানেলকে উপুড় বব, দক্ষিণে, বামে যে দিকে ইচ্ছা ঘুবাও কাচনলে কালিব অবস্থান ঠিক থাকিবে। কিন্তু ফানেলটি আবও নিচে নামাইলে বা উপবে তুলিলে দেখা যাইবে কালিবু ফোঁটা কাচনলেব বথাক্রমে বাহিবেব দিকে বা ভিতবেব দিকে যাইতে চেষ্টা করিবে।

জল এবং বায়ুব ধর্মের উপর নিভব করিয়া বহু আশ্চর্যজনক এবং কৌতুক জনক যন্ত্রের আবিষ্কার হইয়াছে। তাহাদের কয়েকটির সংক্ষিপ্ত পরিচয় এখানে দেওয়া হইল।

ডাউন্টেন পেনেব কালিডোলা যন্ত্র (Dropper) :—উহাব ববাবটি টিপিলে ভিতর হইতে কিছু বায়ু বাহিবে চলিয়া আসে। এই অবস্থায় ইহাব মুখটি কালিতে ডুবাইয়া ববাব আলগা কবিয়া দিলে যন্ত্রেব ভিতবেব অল্প বায়ু ছুড়াইয়া পড়ে, কাজেই ভিতবে বায়ুব চাপ কমিয়া যায়। কিন্তু কালিব পাত্রেব উপর বায়ুমণ্ডল সবদাই অধিক চাপ দিতে থাকে—সেই চাপে পাত্র হইতে কালি যন্ত্রেব মধ্যে চলিয়া যায়। এইবাব সমস্ত যন্ত্রটি বাহিবে আনিয়া (যেন ববাবে

চাপ না পড়ে) উহাৰ মুখটি ফাউণ্টেন পেনেৰ খোলেৰ ভিতৰ বাখিয়া বৰাবটি টিপিয়া দিলে চাপে ভিতৰেৰ কালি ফাউণ্টেন পেনেৰ খোলেৰ মধ্যে চলিয়া যায় ।

এখন তোমৰা নিশ্চয় বুঝিতে পাৰিবে একাটি বাটি বা গেলাস মুখে লাগাইয়া মুখ দিয়া ইহাদেৰ ভিতৰ হইতে বায়ু শুষিয়া লইলে কেন ঐগুলি আমাদেৰ মুখে আটকাইয়া যায় । একাটি ফাঁপা চাবিকাটি কিংবা হোমিওপ্যাথিক ঔষধেৰ ছোট শিশিও এইৰূপে জিহ্বাৰ কিংবা ঠোঁটে আটকান যায় ।

যাদু বোতল (Magic Bottle)—প্রথম প্রকার :—একাটি সৰু মুখ ও সচ্ছিন্নতা বিশিষ্ট পাত্রে জল লইয়া মুখটি আঙ্গুল দিয়া টিপিয়া তুলিলে ইহা হইতে জল পড়িবে না । অথচ মুখেৰ আঙ্গুল ছাড়িয়া দিলে ঝৰণাৰ শ্রাব ছিদ্ৰ দিয়া জল নিচে পড়িতে থাকিবে ।



দ্বিতীয় প্রকার — উপযুক্ত বোতলেৰ শ্রাব একাটি পাত্রেৰ ভিতৰে বিভিন্ন প্রকোষ্ঠ থাকে ।



প্রত্যেক প্রকোষ্ঠেৰ কিন্তু একাটি

মুখ এবং তলাদেশে একাটি ছিদ্ৰ

থাকে । সবল প্রকোষ্ঠগুলিৰ

মুখ কিন্তু বোতলটিৰ মুখে আসিয়া সেকিয়াছে এবং

তলাৰ ছিদ্ৰে একাটি নল লাগাইয়া বোতলেৰ গায়ে

লাগান আছে এবং তাহাৰ মুখে একাটি কবিতা

বোতাম আছে । বিভিন্ন বোতাম টিপিয়া বিভিন্ন

প্রকোষ্ঠেৰ তলাৰ ছিদ্ৰ খুলিয়া দিতে পাৰা যায় ।

এইরূপে বিভিন্ন প্রকোষ্ঠে চা, জল, সববৎ প্রভৃতি

বিভিন্ন তরল পদার্থ পূর্ণ কৰিয়া উহাদেৰ প্রত্যেকটিৰ

তলা বন্ধ কৰিয়া উপুড় কৰিয়া ধৰিলে প্রকোষ্ঠগুলিৰ ভিতৰ হইতে তরল পদার্থ-

গুলি পড়িয়া যায় না । এমতাবস্থায় যদি পাশেৰ কোন একাটি নির্দিষ্ট বোতাম

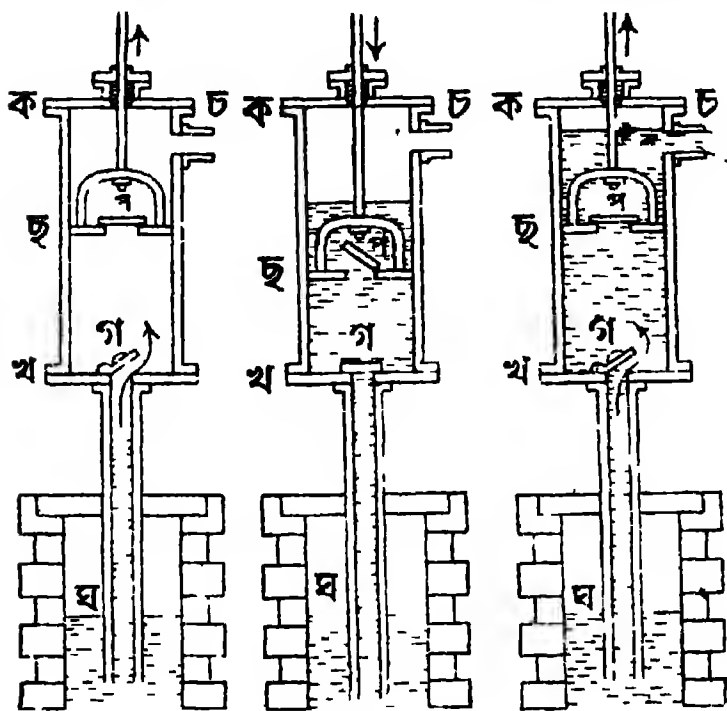
৩২নং চিত্র—যাদু বোতল,

দ্বিতীয় প্রকার

৩১নং চিত্র—যাদু বোতল, প্রথম প্রকার

টোপা হয় তবে ঐ প্রকোষ্ঠে যে তবল পদার্থ থাকিবে তাহা পড়িয়া যাইবে।
এইরূপে ইচ্ছামত চা, জল ও সববৎ ইত্যাদি পড়িতে পাবে। এইরূপ পাত্রের
সাহায্যে গাছকব খেলা দেখাইয়া তোমাদেব নিকট হইতে সময় সময় কত পয়সা
আদায় কবে। তোমবা ইহাব কাৰণ জান না বলিয়া কতই আশ্চৰ্য্যান্বিত হও।
এইরূপ জগতে কত আশ্চৰ্য ব্যাপাবেব কাৰণ তোমবা পুস্তক পাঠ কৰিলে জানিতে
পাবিবে। 'Read and you will learn' এই ইংৰাজী প্ৰবাদ বাক্যটি
সৰ্বদা স্মৰণ ৰাখিও।

পাম্প (Pump) :—নলকূপ হইতে জল তুলিবার সময় তোমাদিগবে পাম্পের হাতল টানিতে হয় বা ঢাকা ঘুবাঁটাত হয়, কিন্তু ঐকূপ কনিলে কেন যে জল আসে এবং কিকূপে আসে তাহা তোমরা অনেকেই জান না। চিত্রে দেখ কথ্য একটি পাম্পের খোল (Cylinder)। ইহার ভিতরে ছ একটি বায়ুপথ বন্ধকারী পিষ্টন দণ্ড উঠা-নামা কবে। খোলটির তলদেশে নলদ্বারা কোন কূপ বা নিয়ন্ত্রণ কোন জল ভাণ্ডারের সন্নিহিত সংযুক্ত। উক্ত খোলের তলদেশে



৩৩নং চিত্র—পাল্প

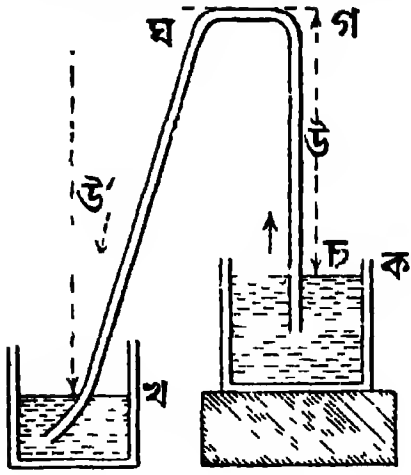
পৰিস্কাৰ কৰিয়া দেয় অথচ গা কপাটিকা বন্ধ হইয়া জনপথ রোধ কৰে, আবার

যখন পিষ্টন দণ্ডটি উপবে উঠে তখন গা খুলিয়া যায় অথচ প বন্ধ হইয়া যায়। মনে কব প্রথম অবস্থায় পিষ্টন দণ্ডটি উপবদিকে টানা হইল। তখন প বন্ধ হইয়া যাওয়ায় খোলটির প্রায়-বায়ু-শূন্য অংশ বৃদ্ধি পাইতে থাকে। স্রুতবাং ইহাব ভিতবে বায়ব চাপ কম হওয়ায় খোলা কপাটিকা অতিক্রম কবিয়া নিচেব জল উপবে উঠিতে থাকে। এইবাব যদি পিষ্টন দণ্ডটি নামিতে থাকে তবে গা বন্ধ হইয়া যায় এবং প খুলিয়া যায়। কাজেই খোলেন ভিতব যতটুকু জল প্রবেশ কবিয়াছিল তাহা সমস্তই প অতিক্রম কবিয়া খোলেন উপবদিকে উঠিতে থাকে। এইবাব পিষ্টন দণ্ডটি উঠাইলে পুনৰায় নিচেব নলেন জল উপবে উঠিতে থাকিবে এবং পূৰ্বে উত্তোলিত খোলেন জল চ পথ দিয়া বাহিৰে আনিতে থাকিবে। এইরূপ ক্রমাগত পিষ্টন দণ্ডেব উঠা-নামাব কলে আমবা চ পথ দিয়া ক্রমাগত জল পাইয়া থাকি।

ফুটবল ফুলাইবাব জন্য যে পাম্প ব্যবহাৰ কব তাহাতে বায়ু মণ্ডলেন বায়ু লইয়া ফুটবলেন ব্লাডাবেব ভিতব পোৰা হয়। উপবোক্ত ক্ষেত্রে জল টানা হয়, এক্ষেত্রে বায়ু ঠেলিয়া দেওয়া হয়। কপাটিকাৰ অবস্থান অনুসাবে পাম্পেব সাহায্যে কোন পাত্র হইতে তবল পদার্থ বা বায়বীয় পদার্থ যেমন টানিয়া বাহিৰ কবা বায়ু তেমনই ইহাদেব সাহায্যে একটি নিদিষ্ট পাত্রেব তল বা বায়বীয় পদার্থ ভৰাও যায়। ফাগ খেলিবাব সময় যে পিচকানি ব্যবহাৰ কব তাহাও এক প্রকাৰ পাম্প।

সাইফোন (Syphon) :—কোন একটি পাত্র হইতে অপব পাত্রে কোন তবল পদার্থ ঢালাঢালি কবিবাব সময় যদি ঢালাঢালি কবা সম্ভব না হয় অথবা পাত্রস্থ তবল পদার্থেব সবত্ৰ আন্দোলন কবা ক্ষতিজনক হয় তবে এই বস্তু ব্যবহাৰ কবিয়া তবল পদার্থটি পাত্রাস্তৰ কবিত্তে পাৰা যায়। দুই মুখ খোলা একটি নলকে বাঁকাইয়া এই বস্তু প্রস্তুত কবা হয় যেন একটি বাহু অপব বাহু হইতে দীৰ্ঘতৰ হয়। যে পাত্রেব তবল পদার্থ অন্য পাত্রে চালিত কবিত্তে হয় সেই পাত্রে ছোট বাহু এবং যে পাত্রে তবল পদার্থ চালিত কবিত্তে হইবে সেই পাত্রে অপব বাহু

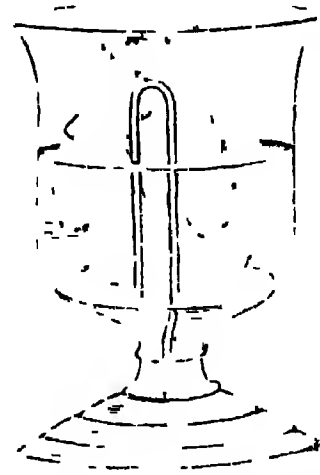
বাখিতে হয়, কিন্তু তৎপূর্বেই সাইফোনটি উক্ত তবল পদার্থে পূর্ণ কবিয়া



৩৪নং চিত্র—সাইফোন

খ পাত্রের জলতল নিচে আছে। চগ দূরত্ব যদি উ দ্বারা নির্দিষ্ট হয় তবে যতক্ষণ উ', উএব চেয়ে বড় থাকিলে ততক্ষণ জল চলাচল সম্ভব হইবে।

ট্যান্টালাসের বাটি (Tantalus' Cup) :—ইহা সাইফোনের কপাস্তর বলিলেও চলে। চিত্রে একটি ট্যান্টালাসের বাটি দেখান হইল। একটি কাচের ফাঁপা নল বাকাইয়া একটি বাহু ভিতবেব দিকে তলার আনাঠ্য এবং ঐ নলের অপর প্রান্ত বাটির তলাব একটি ফুটা দিয়া বাহিন হইয়া যায়। কিন্তু যে ফুটা দিয়া নলটি বাহিব হইয়া যায় সেই ফুটাটি বিশেষরূপে বন্ধ কনিয়া দেওয়া হয় যেন বাটির জল এই ফুটা দিয়া বাহিব হইয়া যাইতে না পাবে। এখন বাটিতে জল ঢালিলে দেখা



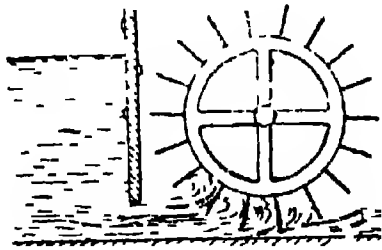
যায় যতক্ষণ নলের উপর অংশ পর্যন্ত ডুবিয়া না যায় ততক্ষণ বাটি হইতে জল কোথাও যায় না, কিন্তু যেই উপর পর্যন্ত জল উঠে, তমনি বাঁকা নল দিয়া বাটির জল বাহিব হইয়া যাইতে থাকে। যদি বাটিতে নূতন কবিয়া জল না ঢালা হয় তবে যতক্ষণ বাটির ভিতর জল তলের সহিত বাটির ভিতবেব নলের প্রান্তের যোগ ছিন্ন না হয় ততক্ষণ বাটির প্রায়

৩৫নং চিত্র—ট্যান্টালাসের বাটি

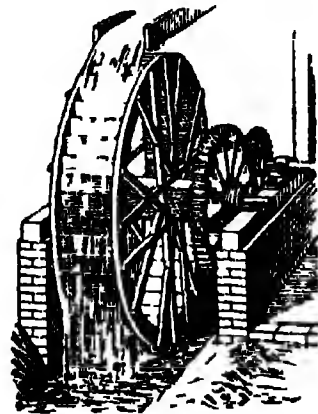
সমস্ত জলই এইরূপে বাহির হইয়া যায়। বাটিটিকে কৌতুকাবহ করিবার জন্য ভিতরের নলটির চারিদিক ঘেবিয়া একটি মানুষের মূর্তি প্রস্তুত করা হয়, মূর্তিটি বাজা ট্যাণ্টালাসের মূর্তি বলিয়া কল্পিত হয়। এই উপায়েই বড় বড় সহরের সাধারণ পাখানাগুলি জল দ্বারা আপনা আপনি মাঝে মাঝে ধোঁত হইয়া যাইতে দেখা যায়।

জলের শক্তি অপরিমিত। সেই শক্তিবলে জল পবতশীর্ষ হইতে অজস্র ধাওয়া পাগলের মত সাগরে ছুটিয়া আসে। সে অমিত ভোজ্য কত বিশাল প্রস্তবগু চূর্ণ বিচূর্ণ হইয়া বালুকণায় পরিণত হয়। মানুষ কিন্তু প্রকৃতির সে ছুবান শক্তিকেও পবাজিত করিয়া আপনার কাজে লাগাইয়াছে। জলচক্র তাহার একটি উদাহরণ। ৩৬ নং চিত্রে দুইটি জলচক্র (Water mill) দেখান হইল। জলধারা ছুটিয়া চলিয়া বাইবার সময় বড় বড় চাকার পাখায় ধাক্কা দিয়া উজাদিগকে ঘুরাইয়া দেয়, ফলে ঐ চাকার সহিত অন্য চাকার যোগ করিয়া মানুষ বড় বড় কাবখানা চালায়।

(ক) চিত্রে দেখ শক্ত দেওয়াল দিয়া একটি বৃহৎ জলাশয়ের জল আটকাইয়া রাখা হইয়াছে। ঐ দেওয়ালের তলায় পানিকটা ফাঁক আছে। ঐ পথ দিয়া জল বাহিরে আসে। এই পথের সম্মুখেই কাবখানার একটি বৃহৎ পাখাওয়ালা



৩৬নং চিত্র—(ক) জলচক্র



৩৬নং চিত্র—(খ) জলচক্র

চাকা থাকে। এই চাকাটির পাখায় ধাক্কা লাগিলে ইহা ইহার ধুবাব (Axle) চারিদিকে ঘুরিতে পারে। প্রাচীর দিয়া আটকান জলের গভীরতা যত অধিক

হইবে নিচের পথ দিয়া জল তত অধিক জোবে বহির্গত হইয়া চাকার পাখার ধাক্কা মাবে, ফলে চাকাটি ঘূর্ণিতে থাকে। চাকার ধাক্কা দিয়া জলের অপব দিকে অত্র নিম্নস্থানে গড়াইয়া যাইবার বন্দোবস্ত আছে।

(খ) চিত্রে দেখ জলপ্রপাত দ্বারা বৃহৎ চাকাটি কেমন ঘূর্ণান হয়। কোন একটি উচ্চ স্থান হইতে জল যখন পড়ে তখন তাহা গাহাতে ইতস্তত বিক্ষিপ্ত না হইয়া ঠিক চাকার পাখার উপর পড়ে তাহার জন্ত জলের পথ বাধিয়া ঠিক তাহার নিচেই চাকার পাখাগুলি যাহাতে ঘূর্ণিতে পাবে তাহার ব্যবস্থা করা হয়। এস্থলে জলপ্রপাতের জোব বত অধিক হয় চাকাটি সেইরূপ অধিক শক্তিতে ঘূর্ণিতে থাকে।

কঠিন ও তরল পদার্থের ঘনত্ব

সমাযতনবিশিষ্ট একটি লৌহখণ্ড ও একটি কাষ্ঠখণ্ড হাতে করিলে বুঝা যাইবে যে, লৌহ কাষ্ঠ অপেক্ষা অনেক ভারী। এইজন্য আমবা লৌহকে কাদ অপেক্ষা



৩৭নং চিত্র

বিভিন্ন তরল পদার্থের
গুরুত্ব হিসাবে অবস্থান

ঘন বা গুরু বলি। একটি বাটি জলপূর্ণ করিলে তাহার বত ওজন হয়, বাটিটি পানদপূর্ণ করিলে তাহার ওজন তদপেক্ষা অনেক বেশী হইবে, আবার ঐ বাটিটি তৈলপূর্ণ করিলে তাহার ওজন জলপূর্ণ বাটির ওজন অপেক্ষা কম হইবে। এই কারণে পানদ জল অপেক্ষা এবং জল, তৈল অপেক্ষা ঘন। এইজন্যই তৈল জলের উপর ভাসে। এক সঙ্গে একটি পাত্রে পানদ, জল তৈল এবং স্পিরিট রাখিয়া দিলে ভারী জিনিষগুলি নিচে এবং হালকা জিনিষগুলি কিরূপে উপরে ভাসিতে থাকে দেখ। সব'নিম্নে পানদ, পরে জল, তাহার পরে তৈল এবং সব' উপরে স্পিরিট ভাসিতে থাকে। বস্তুত্ব ঘনত্ব (Density) তাহার এক ঘন ইঞ্চ বা এক

ঘন ফুট আয়তনের ওজনের দ্বারা সূচিত হয়। সুতরাং কোনও বস্তুর ওজন ও ঘনফল জানা থাকিলে তাহার ঘনত্ব বাহির করা যায়, যথা—

$$\text{বস্তুর ঘনত্ব} = \frac{\text{তাহার ওজন}}{\text{তাহার ঘনফল}}$$

ওজন ও ঘনফলে যে যে একক ব্যবহৃত হয়, ঘনত্ব প্রকাশ করিবার সময় তাহা স্পষ্ট করিয়া উল্লেখ করিতে হয়, যথা—জলের ঘনত্ব প্রতি ঘন ফুটে ৬২ ৫ পাউণ্ড।

সাধারণত, কঠিন বা তরল পদার্থের ঘনত্ব জলের ঘনত্বের সহিত তুলনা করা হয়। কোনও বস্তু তাহার সমানতন জল অপেক্ষা কত গুণ ভারী, তাহা যে সংখ্যা দ্বারা প্রকাশিত হয়, তাহাকে ঐ বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্ব (Specific gravity) বলে। স্বর্ণের আপেক্ষিক গুরুত্ব ১৯ ৩, লৌহের ৭ ৮ এবং কপার ১০ ৫ ইত্যাদি।

তরল পদার্থের আপেক্ষিক ঘনত্ব নিম্নলিখিত উপায়ে সহজেই নির্ণয় করিতে পাওয়া যায়। ধর, সবিষার তৈলের আপেক্ষিক ঘনত্ব বাহির করিতে হইবে। একটি খালি বোতল লইয়া তুলাদণ্ডের সাহায্যে তাহার ওজন বাহির কর। পরে ইহাকে জলপূর্ণ করিয়া ওজন কর। বোতলের জল ফেলিয়া দিয়া উহাকে সবিষার তৈল দিয়া পূর্ণ কর এবং উহার ওজন বাহির কর। ইহা হইতে বোতলটিকে পূর্ণ করিতে যে জল বা তৈল লাগিয়াছে, তাহাদের ওজন স্থির কর। ধর,

খালি বোতলের ওজন	= ক
জলপূর্ণ „ „	= খ
তৈলপূর্ণ „ „	= গ
অতএব বোতলের জলের ওজন	= খ—ক
এবং „ তৈলের „	= গ—ক
∴ তৈলের আপেক্ষিক গুরুত্ব	= $\frac{\text{গ—ক}}{\text{খ—ক}}$

এইকপে দেখা গিয়াছে, পানদেব আপেক্ষিক গুরুত্ব ১৩.৫, তেলের ০.৯ এবং সমুদ্রজলের ১.০২ ইত্যাদি। সমুদ্রজলে লবণ মিশ্রিত থাকায় উহা বিশুদ্ধ জল অপেক্ষা গুরু বা ভারী। মরুসাগর নামক হ্রদে লবণের পরিমাণ অধিক বলিয়া উহাৰ জল সমুদ্রজল অপেক্ষাও গুরু।

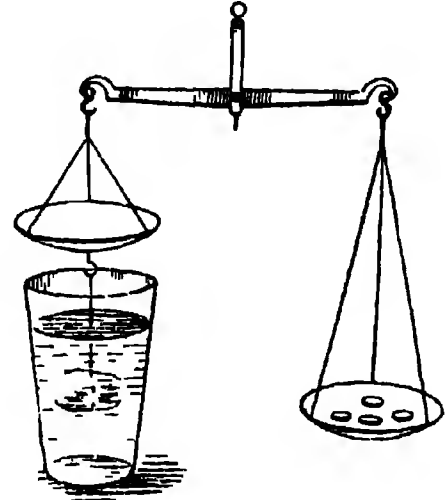
কঠিন পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব আর্কিমিডিসের নিয়মানুসারে স্থির কবিত্তে পাৰা যায়, তাহা তোমাদিগকে পৰে বলিতেছি।

কঠিন ও তৰল সকল পদার্থই উষ্ণ হইলে আয়তনে বৰ্ধিত হয়, কিন্তু ওজনের কোন পরিবর্তন হয় না বলিয়া উহাদের ঘনত্ব কমিয়া যায়। তবে দুই একটি ক্ষেত্রে ইহাৰও ব্যতিক্রম দেখা যায়। জলে 0° সেন্টিগ্রেড্ হইতে 4° সেন্টিগ্রেড্ পর্যন্ত তাপ প্রয়োগ কবিলে দেখা যায়, ইহাৰ আয়তন না বাড়িয়া কমিয়া যায়, সূতবাং ঘনত্ব বাড়িয়া যায়। তবে 4° সেন্টিগ্রেডের পর জলের ঘনত্ব অত্যন্ত বৃদ্ধিবই মত উষ্ণতারূপে সঙ্গে সঙ্গে কমিতে থাকে। এইজন্য 4° সেন্টিগ্রেড্ উষ্ণতায় জল সর্বাপেক্ষা ঘন। ফলে, শীতপ্রধান দেশে সমুদ্রজলের উপবিতল 0° সেন্টিগ্রেড্ হইলেও নিচের জল 4° সেন্টিগ্রেড্ থাকায় অপেক্ষাকৃত উষ্ণ থাকে। এই জন্য বরফ জলে ভাসে।^{*}

তরল পদার্থের প্লাবিতা ও আর্কিমিডিসের সিদ্ধান্ত

একটি জলপূর্ণ ঘড়া জলের ভিতর অতি সহজেই নাড়াচাড়া কবিত্তে পাৰা যায়, কিন্তু জল হইতে বাহির কবিলেই উহা বেশ ভারী বোধ হয়। পুষ্কবিগী বা নদীর জলে স্নান কবিবার সময় তোমরা হয়ত লক্ষ্য কবিয়াছ যে, তোমাদের শরীর জলের ভিতর যেন হালকা বলিয়া বোধ হয়। কোনও বস্তু জলে ডুবািলে তাহাৰ ভাব কমে। এক টুকুৰা লোহাৰ ওজন তুলনামূলক সাহায্যে বাহির কৰ। পৰে উহাকে সূতায় বাঁধিয়া জলে ডুবািয়া ঐ অবস্থায় উহাৰ ওজন বাহির কবিলে দেখা যায় যে, জলের ভিতর তাহাৰ ওজন কমিয়া গিয়াছে। এই

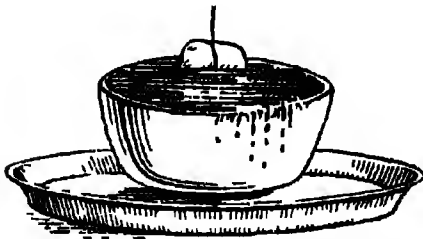
ওজন কমানোর কাণ্ড কি? জলের ঊর্ধ্বচাপ ও নিম্নচাপের কথা তোমরা পূর্বেই শুনিয়াছ। এই লোহা টুকুড়াটির উপরতলে জলের নিম্নচাপ তাহাকে নিচে নামাইতে চায় এবং উহার নিচের তলে জলের ঊর্ধ্বচাপ উহাকে উপর দিকে ঠেলিয়া দেয়, কিন্তু কোন তলের উপর জলচাপের পরিমাণ, ঐ স্থানে জলের গভীরতার উপর নির্ভর করে। সেইজন্য লোহাটির তলায় ঊর্ধ্বচাপ উহার উপর নিম্নচাপ অপেক্ষা অধিক। এই ঊর্ধ্বচাপ হইতে নিম্নচাপ বাদ দিলে যে পরিমাণ ঊর্ধ্বচাপ অবশিষ্ট থাকে, তাহাকে **ঊর্ধ্বচাপাবশেষ** (Resultant upward thrust) বলে, এবং ইহাই নিমজ্জিত বস্তুকে উপরদিকে ঠেলে এবং তাহার ভার কমাইয়া দেয়। তরল পদার্থের এই ধর্মকে উহার **প্লাবিতা** (Buoyancy) নাম দেওয়া যাইতে পারে।



৩৮নং চিত্র - নিমজ্জমান বস্তুর ওজন হ্রাস

নিমজ্জিত বস্তুর উপর জলের ঊর্ধ্বচাপাবশেষ কত, তাহা পরীক্ষা দ্বারা নির্ণয় করা যাইতে পারে। একখণ্ড লোহাকে তুলাদণ্ডে ওজন করিয়া তাহা লিখিয়া রাখ। লৌহ খণ্ডটিকে একটি সূতাব দ্বারা ঝুলাইয়া জলের

মধ্যে ডুবাই এবং এই অবস্থায় তাহার ওজনও লিখিয়া লও (৩৮নং চিত্র)।



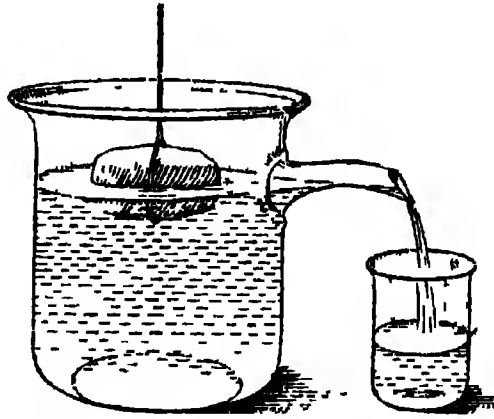
৩৯নং চিত্র—নিমজ্জমান বস্তুর জলাপসারণ

ওজন পূর্ব ওজন অপেক্ষা কত কম হইল, তাহা বাহির কর। এইবার একটি থালাব উপর একটি জলপূর্ণ বাটি রাখিয়া উহাতে লৌহখণ্ডটি ডুবাইয়া দাও। লৌহখণ্ডের সমান আয়তনের জল উপ্‌ছাইয়া থালাব উপর পড়িবে (৩৯নং চিত্র)। এই জলটুকুর ওজন

বাহির করিলে দেখা যাইবে যে, ইহা জলে নিমজ্জিত হওয়ায় লৌহখণ্ডের যে

ওজনের হ্রাস হইয়াছিল, ঠিক তাহার সমান। অতএব কোনও দ্রব্যকে জলে ডুবাইলে তাহা যে পবিমাণ জল সবাইয়া দেয়, সেই জলের যত ওজন, পদার্থটির নিমজ্জমান অবস্থার ওজন ঠিক তত কম হয়। এই সত্যটিকে আর্কিমিডিসের নিয়ম বা সিদ্ধান্ত (Archimede's principle) বলে। আর্কিমিডিসের সিদ্ধান্ত আবও সূক্ষ্মতরুপে প্রমাণ করিতে হইলে নিম্ন লিখিত পৰীক্ষাটি করা যাইতে পারে।

প্রথমে একটি সূক্ষ্ম তুলাদণ্ডে একখণ্ড পাথর সূতায় বাঁধিয়া ওজন কর। পরে ইহাকে ঐ সূতায় দ্বাৰা তুলাদণ্ডের একটি বাহুতে ঝুলাইয়া জলে ডুবাইয়া ওজন কর। দেখিবে পূৰ্বাপেক্ষা এইবার ওজন কমিয়া গিয়াছে। যে পবিমাণ ওজন কমিয়াছে তাহা লিখিয়া রাখ। এইবার একটি কাচের পাত্র ঐ তুলাদণ্ডে ওজন কর। পরে চিত্রে যেমন গা-নলওয়ালা একটি পাত্র দেখান হইয়াছে ঐকপ একটি পাত্রে জল ঢালিয়া দাও। দেখিবে যতই জল ঢাল না কেন



৪০নং চিত্র—আর্কিমিডিসের সিদ্ধান্ত

পাত্রটি ভর্তি হইবে না, পাশের নল দিয়া ইহার জল বাহির হইয়া যাইবে। এইরূপে খানিকক্ষণ জল বাহির হইয়া গেলে যদি আর জল না ঢালা হয় তবে আপনা আপনি ইহা হইতে জল পড়া বন্ধ হইবে। ঠিক এই সময় পাত্রটিতে জল গলায় গলায় ভর্তি থাকিবে, একটু

মাত্র নাড়িলে বা অতি ক্ষুদ্র একটি কোন বস্তু ইহাতে ফেলিয়া দিলেও ইহা হইতে জল বাহির হইয়া যাইবে। এইবার কাচ পাত্রটি ইহার গা-নলটির নিচে বসাইয়া পাথর খণ্ডটি সূতা দ্বাৰা অতি সাবধানে আস্তে আস্তে পাত্রটির ভিতরে ডুবাইয়া ধব। তাহা হইলে পাথর খণ্ডটির আয়তন মত জল উপছাইয়া বাহির হইয়া পাত্রটিতে জমিবে। এখন যদি এই জল সমেত পাত্রটি ওজন

কবা যায় তবে দেখা যাইবে পাত্রটির ওজন বৃদ্ধি এবং নিমজ্জমান অবস্থায় প্রস্তুত থণ্ডটির ওজন হ্রাস, সমান।

উপরোক্ত নিয়মটির সম্বন্ধে একটি কিস্তদস্তী শোনা যায়। সাযবাকিউজেব রাজা হিবো এক স্বর্ণকাষের দ্বারা একটি মুকুট প্রস্তুত কবান। সুন্দর বাককার্য-খচিত মুকুটটি দেখিয়া রাজা অত্যন্ত সন্তুষ্ট হইলেন, কিন্তু তাঁহার মনে সন্দেহ হইল যে মুকুটটি বিশুদ্ধ স্বর্ণ হইতে প্রস্তুত হইয়াছে কিংবা উহাতে কিছু খাদ মিশ্রিত আছে। তিনি দেখিলেন যে প্রদত্ত স্বর্ণের ওজন ও মুকুটটির ওজন এক। মুকুট ভাঙ্গিয়া স্বর্ণের বিশুদ্ধতা পরীক্ষা কবির উপায় নাই। তখনকার বিখ্যাত



৪১নং চিত্র—আর্কিমিডিস

বৈজ্ঞানিক আর্কিমিডিসকে ডাকিয়া রাজা তাঁহার উপর এই বিষয়ে গীমাংসাব ভাব দিলেন। প্রথম কষকদিন আর্কিমিডিস্ কোনও উপায় স্থির কবিতে না পাবিয়া মহাচিন্তায় পড়িলেন। একদিন চৌবাচ্চায় স্নান কবিতে যাইয়া দেখিলেন যে, চৌবাচ্চাটি কাণায় কাণায় জলপূর্ণ। তিনি চিন্তিত মনে জলে অবগাহন কবিরামাত্র লক্ষ্য কবিলেন যে, চৌবাচ্চা হইতে জল উপ্‌ছাইয়া পড়িল এবং তাঁহার

শরীরও কিছু লঘু বোধ হইল। তিনি বুঝিলেন যে তাঁহার শরীর জলে নিমজ্জিত হওয়ার সময়তন জল স্থানান্তরিত হইল। তিনি সিদ্ধান্ত কবিলেন যে মুকুটের ঘনফলও এইরূপে বাহির কবা যাইতে পারে এবং মুকুটের ওজনপরিমিত বিশুদ্ধ স্বর্ণকে জলে ডুবাইলেও একই পরিমাণ জল উপ্‌ছাইয়া পড়া উচিত। এইরূপে সমস্ত সনাতনের উপায় পাইয়া আনন্দে আত্মহারা হইয়া তিনি চৌবাচ্চা হইতে

লাফাইয়া পড়িলেন এবং “পাইয়াছি পাইয়াছি” বলিতে বলিতে বাস্তাব্য দিকে ছুটিলেন।

আর্কিমিডিসের সিদ্ধান্ত আবও একটি উপায়ে প্রমাণ করা যাইতে পারে। একটি গোল নিবেট ধাতব স্তম্ভক ও তাহার খাপ (Cylinder and Bucket) এমনভাবে প্রস্তুত করা যায় যে ধাতুদণ্ডের আকার ও আয়তন এবং খাপটির খোলের আকার ও আয়তন একেবারে অনুরূপ এবং ধাতুদণ্ডটি খোলের ভিতর ঠিক যাতায়াত করিতে পারে মাত্র। প্রথমে ধাতুদণ্ডটি খোলের ভিতর পুৰিয়া দুইটিকে এক সঙ্গে ওজন কর। পরে ধাতুদণ্ডটিকে জলে ডুবাইয়া এবং খোলটি জলের উপর রাখিয়া পুনরায় ওজন কর। দেখ কিছু ওজন কমিয়াছে। এইবার আস্তে আস্তে খোলটি জলপূর্ণ কর। দেখ পূর্বের ওজন ফিবিয়া আসিয়াছে।

যে সকল কঠিন পদার্থ জলে ডুবে, তাহাদের আপেক্ষিক গুরুত্ব আর্কিমিডিসের নিয়ম দ্বারা অতি সহজেই বাহির করা যায়। একটি লৌহখণ্ড লইয়া নিম্নলিখিত উপায়ে ইহার আপেক্ষিক ঘনত্ব বাহির করঃ—

$$\text{মনে কর লৌহখণ্ডের ওজন} = k$$

$$\text{জলে নিমজ্জিত অবস্থায় উহার ওজন} = x$$

$$\therefore \text{জলে লৌহখণ্ডের ওজন হ্রাস} = k - x$$

কিন্তু আর্কিমিডিসের নিয়মানুসারে এই ওজন-হ্রাস, লৌহখণ্ডের সমায়তন জলের ওজনের সমান। অর্থাৎ—

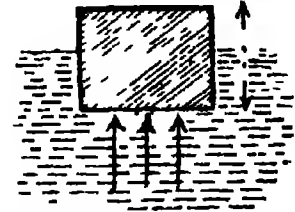
$$\text{বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্ব} = \frac{\text{উহার ওজন}}{\text{উহার সমায়তন জলের ওজন}}$$

$$\text{অতএব লৌহের আপেক্ষিক গুরুত্ব} = \frac{k}{k - x}$$

ভাসা ও ডোবা—একটুকু লৌহ জলে ফেলিয়া দিলে তাহা জলে ডুবিয়া যায় দেখিয়াছ। ইহার কারণ, নিমজ্জিত অবস্থায় লৌহখণ্ডের ভার উহাকে নিচের দিকে টানিতেছে এবং জলের উর্ধ্বচাপাবশেষ ইহাকে উপরের দিকে

ঠেলিতেছে। আর্কিমিডিসের সিদ্ধান্ত অনুসারে এই উর্ধ্বচাপাবশেষ লৌহখণ্ডের সমায়তন জলের ওজনের সমান। আবার, লৌহ জল অপেক্ষা ঘন, অর্থাৎ লৌহখণ্ডের ভাব তাহার সমায়তন জলের ভার অপেক্ষা বেশী। অতএব উপরের দিকের চাপ কাটাইয়া লৌহাব টুকুবাটি জলে ডুবিয়া যায়। ঐকপ ইট, পাথর প্রভৃতি গুরু জিনিষ জলে ছাড়িয়া দিলে ডুবিয়া যায়। অতএব যে জিনিষের ওজন তাহার সমায়তন জলের ওজন অপেক্ষা অধিক, তাহা জলে ফেলিলেই ডুবিয়া যাইবে।

কিন্তু দেখ, একটুকু কাঠ কিংবা সোলা জলে ফেলিলে উহা ভাসিতে থাকে। কাঠটিকে ধবিয়া জলমধ্যে ডুবাইলে ইহার সমায়তন জল সবিয়া যাইবে এবং উক্ত স্থানান্তরিত জলের ওজন পরিমিত চাপ ইহাকে উপর দিকে ঠেলিবে কিন্তু কাঠের ভাব এই উর্ধ্বমুখ চাপ অপেক্ষা কম বলিয়া হাত ছাড়িয়া দিলেই কাঠটি উপরে উঠিতে থাকে। অতএব যে সকল বস্তুর ভাব



৪২নং চিত্র—ভাসা ও ডোবা

সমায়তন জলের ভাব অপেক্ষা কম, তাহা জলে ভাসে। আবার দেখ, ভাসমান বস্তুর কতকংশ জলের ভিতর থাকে (৪২নং চিত্র)। ইহাতে স্পষ্ট বুঝা যায় যে, এই অবস্থায় যতটুকু জল সবিয়া গিয়াছে, তাহার ওজন ঐ ভাসমান বস্তুটির ওজনের সমান, অর্থাৎ যতটুকু অংশ জলের ভিতরে থাকিলে নিম্নের ভাবের সমান জল অপসারিত হয়, বস্তুটি তাহার ঠিক ততটুকু অংশ ডুবাইয়া ভাসিতে থাকে। এইজন্য ভাসমান বস্তু জলে ইহার যতটুকু ডুবাইয়া ভাসে, জলাপেক্ষা লঘু তরল পদার্থে তাহা অপেক্ষা বেশী অংশ ডুবাইয়া ভাসিবে। ঐকপ ভাসা ডোবা লইয়া তরল পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব, হাইড্রোমিটার (Hydrometer) নামক যন্ত্র সাহায্যে অতি সহজেই নির্ণয় করা যায়। চিত্রে হাইড্রোমিটার দেখান হইল। সমস্ত যন্ত্রটি কাচনির্মিত এবং প্রধানত তিনটি অংশে বিভক্ত। নিচের ফাঁপা গোলকটি পাবদপূর্ণ, পরের অংশ অপেক্ষাকৃত

মোট নল এবং উপর অংশ সব নল। পানি ভরিয়া যন্ত্রটিকে একপ ভাবী কবা হয় যে জলে ছাড়িয়া দিলে ইহা প্রথম দুই অংশ এবং উপরের নলেরও



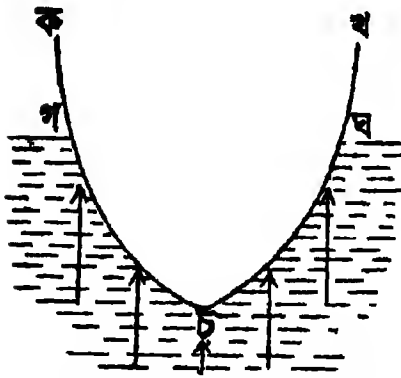
কিয়দংশ জলে ডুবিয়া থাকে। জল অপেক্ষা ভারি তবল পদার্থে ডুবাইলে কিছু কম অংশ ডুবে এবং জল অপেক্ষা লঘু তবল পদার্থে ডুবাইলে ইহা অধিকতর অংশ ডুবিয়া যায়। আপেক্ষিক গুরুত্ব জানা কয়েকটি তবল পদার্থে ইহা যতদূর পর্যন্ত ডুবিয়া যায় সেই সেই স্থানে সেইরূপ দাগ দেওয়া থাকে। একপে সমস্ত যন্ত্রটির দাগ কাটা থাকে। পবে ইহাকে আপেক্ষিক গুরুত্ব না জানা কোন তরল পদার্থে ডুবাইলে যে পর্যন্ত ডুবিয়া যায় সেখানকার দাগ দেখিয়া তবল পদার্থটির আপেক্ষিক গুরুত্ব জানা যায়। সুবিধার জন্য দুধ খাঁটি কি জল মিশ্রিত তাহা ঠিক করিবার নিমিত্ত হাইড্রোমিটারের এক

৪৩নং চিত্র—হাইড্রোমিটার নিশিষ্ট শ্রেণী ব্যবহৃত হয়, তাহা **ল্যাক্টো-মিটার (Lactometer)** নামে অভিহিত। বলা বাহুল্য ল্যাক্টোমিটার খাটি দুগ্ধে যতটা ডুবে, জলমিশ্রিত দুগ্ধে তদপেক্ষা অধিক ডুবিয়া যায়। সকল তবল পদার্থ সম্বন্ধেই এই মন্তব্য পাটে।

এইজন্য এক তবল পদার্থে যে বস্তু ভাসে, অন্য তবল পদার্থে তাহা না ভাসিতেও পারে। লোহা জলে ডুবিয়া যায় কিন্তু পানিতে ভাসে। তেল জলে ভাসে, কিন্তু মেথিলেটেড্ স্পিরিটে ডুবিয়া যায় পূর্বে দেখিয়াছ।

লোহা জল অপেক্ষা ভারী। তাহা হইলে লোহা জাহাজ জলে ভাসে কিরূপে? লোহার কড়া যে কাবণে জলে ভাসে, জাহাজও ঠিক সেই কাবণে জলে ভাসে। মনে কব, কচখ একটি লোহা খোল। (৩৩নং চিত্র)। খোলটি জলে ছাড়িয়া দিলে ইহা ভাবেব জন্য খোলটি যতই জলে নামিতে থাকিবে, ততই

অধিক জল সবাইয়া দিবে এবং জলের উৎপ্লাবনীশক্তিও ততই প্রবল হইবে। যখন খোলটিব নিমজ্জিত অংশ দ্বারা অপসাবিত জলের ওজন খোলটিব



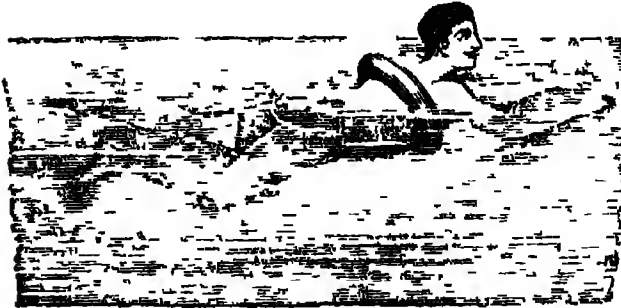
৪৪নং চিত্র--লোহাব জাহাজ জলে

ভাসিবার কাণ

ওজনেব সমান হইবে, তখন খোলটি আব নিচে নামিবে না এবং সেই অবস্থায় ভাসিতে থাকিবে। খোলটিব ভিতবে মাল বোঝাই কবিলে উহা আব একটু ডুবিয়া উক্ত নিয়মানুসারে ভাসিতে থাকিবে। এখন জাহাজ কেন ভাসে তাহা তোমরা বুঝিতে পারিলে।

আমাদের শরীর সম-পরিমাণ জল

অপেক্ষা লঘু, এইজগ্ৰ আমরা জলে ভাসিয়া থাকিতে পারি, কিন্তু আমাদের মাথা শরীরেব অন্যান্য অংশ অপেক্ষা ভারী বলিয়া ডুবিয়া যায়। শ্বাস-প্রশ্বাসেব



৪৫নং চিত্র--মানুষেব সাঁতাব

জগ্ৰ মাথাটি জলের উপর বাখিবার অভ্যাস কবিতে পারিলেই সন্তবণ শিক্ষা হয়। এই উদ্দেশ্যে প্রথম সন্তবণ শিক্ষাগীদিগেব একটি খালি কলসী জলে উপুড় কবিয়া তাহা

ধবিয়া সাঁতাব দেওয়া কিংবা লাইফ বেল্ট (Life-belt) ব্যবহার কবা বিশেষ সুবিধাজনক। গরু, ঘোড়া, কুকুর ইত্যাদি প্রাণীৰ মাথা দেহেব তুলনায় ভারী নয় বলিয়া তাহাদিগেব সাঁতাব শিখিবার প্রয়োজন হয় না।

সংক্ষেপ :—জল বর্ণ, স্বাদ, গন্ধবিহীন স্বচ্ছ, তরল পদার্থ। ইহা সঙ্কোচন ও প্রসারণশীল নয় বলিলেই চলে। কোন স্থানে ঢোলিলে ইহা নিম্ন দিকে গড়াইয়া যায়। ইহাৰ উপবিভল সকল সময়ে ভূ-সমাস্তুরাল থাকে। জলেব নিম্নচাপ আছে, পাৰ্শ্বচাপ আছে এবং ভিতরে উৰ্দ্ধচাপ আছে। এই উৰ্দ্ধচাপেৰ জগ্ৰ কোন পদার্থ সহজে জলেৰ মধ্যে প্রবেশ

কবাইতে পাবা যায় না। ইহাকে বিভিন্ন পাত্রে ঢালিয়া পাত্রগুলি যোগ করিয়া যাতায়াতেব ব্যবস্থা করিলে দেখা যায় সকল পাত্রেব জলতল একই হইবে। জলতল হইতে গভীরতা যত অধিক হইবে ততই উর্ধ্ব, নিম্ন ও সকল দিকের চাপ বেশী হইবে। কোন বস্তুর ওজনকে তাহার ঘনফল দিয়া ভাগ করিয়া উহার ঘনত্ব বাহিব করা হয়। কোন পদার্থ জল অপেক্ষা যতগুণ ভারী তাহাই তাহার আপেক্ষিক গুরুত্ব। জলাপেক্ষা ভারী জিনিষ জলে ডুবিয়া যায়, হালকা জিনিষ জলে ভাসে। আকিমিডিস স্থির করিয়াছেন ভাল ডুবাউলে পদার্থ যে পবিমাণ জলাপসাবণ কবে সেই জলের ওজনের সমান পদার্থটির ওজন কমিয়া যাইবে। এই সিদ্ধান্তেব উপর নির্ভর করিয়া হাইড্রোমিটার ও ল্যাক্টোমিটার নির্মিত হইয়াছে। উর্ধ্বচাপ অপেক্ষা নিম্নচাপ কম হইলে পদার্থ সকল ভাসে। তাই লোহার খোলে প্রস্তুত জাহাজ জলে ভাসে।

তৃতীয় প্রশ্নমালা

১। জলের বৈশিষ্ট্যগুলি সবিস্তার বর্ণনা কর। জলের কোন্ ধর্মের উপর নির্ভর করিয়া সহরে জল সরবরাহ করা হয়? (Describe in detail the properties of water. On which of its properties does the supply of water in a town depend?)

২। কোন কোন পরীক্ষায় জলের পাশ্চাত্ত, উর্ধ্বচাপ ও সর্বদিকে চাপ প্রমাণ করিতে পাবা যায় লিখ। (By which experiments it can be proved that water exerts pressure upwards, downwards and on all directions.)

৩। শূন্য স্থান পূর্ণ কর :—জলের উপরিতল হইতে যত নিচে নামা যাইবে জলের উর্ধ্বচাপ তত—হইবে।

(Fill up the gaps —The greater is the depth of water the——will be its upward pressure.)

৪। একটি পবাক্ষ নলের তলার দিক জলে গুঁজিয়া ছাড়িয়া দিলে উহা লাফাইয়া উঠে কেন? একটি জলের বালুতি তলা নিচে করিয়া সোজাভাবে জলে ডুবাউতে চেঁচা করিলে বাধা পাওয়া যায় কেন? (Why does a test tube leap up when it is pushed into water? Why resistance is experienced when a bucket is pushed into water with its bottom downwards?)

তরল পদার্থের প্লাবিতা ও আর্কিমিডিসের সিদ্ধান্ত ৫১

৫। পদার্থের ঘনত্ব ও আপেক্ষিক গুরুত্ব, ইহাদের মধ্যে প্রভেদ কি? তরল পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব কিক্রমে বাহির করা যায়? (What is the difference between the density and the specific gravity of a matter? How can the sp gravity of a liquid be determined?)

৬। উষ্ণতা বৃদ্ধি পাইলে জলের ঘনত্বের কি পরিবর্তন হয়? জলের এই গুণের জন্ত মেরু-সমুদ্রের জীবগুলির কি সুবিধা হয় লিখ। (What is the effect of temp on the density of water? Explain how the behaviour of water in this regard helps marine animals in the Arctic seas) [কঃ বিঃ ১৯১১]

৭। পিতলের আপেক্ষিক গুরুত্ব ৮.৫, এক বনফুট জলের ওজন ৬২.৫ পাউণ্ড। এক ঘন ইঞ্চি পিতলের ওজন কত? (The sp gr of brass is 8.5, a cubic ft of water weighs 62.5 lbs. How much is the weight of a cubic inch of brass?)

৮। একটি বোতলের ওজন ১০ ছটাক, ইহাৰ ওজন, জলপূর্ণ করিলে ১ সেব ৬ ছটাক হয় ও গ্লিসারিন পূর্ণ করিলে ১ সেব ৯ ছটাক হয়। গ্লিসারিনের আপেক্ষিক ঘনত্ব বাহির কর। (The wt of a bottle is 10 chataks, when it is filled with water it weighs 1 se 6 ch and when it is filled with glycerine it weighs 1 se 9 ch. Find the sp gr of glycerine)

৯। একটি ঘটিতে আড়াই সের জল ধবে। ৯ ঘটিতে কতটা দুধ ববিবে? দুধের আপেক্ষিক গুরুত্ব ১.০৩, (A pot can hold 2½ ses of water. How much milk can it hold? The sp gr of milk is 1.03)

১০। পদার্থ যত ঠাণ্ডা হয় তত ঘন ও ভারী হয়। জল কখন এ নিয়ম লঙ্ঘন করে উদাহরণ দিয়া বুঝাইয়া দাও। (When a substance is cooled it becomes dense and heavy. When is there an exception to this in case of water?)

১১। তরল পদার্থের চাপ সম্বন্ধে আর্কিমিডিস্ কি তথ্য আবিষ্কার করিয়াছেন? (State the principle of Archimedes)

একতাল স্বর্ণে কিছু বৌপা মিশ্রিত আছে। তালটির বায়ুতে ওজন ৪০ গ্রাম ও জলে ওজন ৩৭ গ্রাম। তালটিতে কতটুকু স্বর্ণ আছে বাহির কর। স্বর্ণের ও বৌপ্যের আপেক্ষিক গুরুত্ব যথাক্রমে ১৯.৩ ও ১০.৫। (A lump of gold contains some silver. The lump

weighs 40 gms in air and 37 gms in water. How much gold is there in the lump? The sp. gravities of gold and silver are 19.3 and 10.5 respectively.)

১২। কোন কোন পদার্থ জলে ভাসে কেন আবার কোন কোন পদার্থ জলে ডুবিয়া যায় কেন? (Why do some bodies float on water and some sink in it?)

১৩। লোহা জলাপেক্ষ ভারী হইলেও লোহার জাহাজ জলে ভাসে কেন? কারণ বুঝাইবার জন্য একটি পরীক্ষা বর্ণনা কর। Why does a ship made of iron float on water, though iron is heavier than water? Describe an experiment to illustrate the principle involved) [কঃ বিঃ ১৯৪০]

চতুর্থ পরিচ্ছেদ

তাপ

তাপের প্রভাব

তাপের সহিত তোমাদের কিছু না কিছু পরিচয় আছে। সকালে উঠিয়াই তোমরা চাষের জল গরম করিবার জন্য জলন্ত উনানে বেটলী বসাইতে দেখিয়াছ, শীতের সকালে বোদে বসিলে গা গরম হয় জান, বান্নাঘরে নিত্য কাঠ বা কয়লা জালিয়া সেই উত্তাপে বান্না কবিতো দেখিয়াছ, আবার প্রকাণ্ড কয়লাব উনানের তাপে বেলের এঞ্জিন, জাহাজের এঞ্জিন ও কলকাবখানার এঞ্জিন চলে, হয়'ত তাহাও জান।

এই তাপ যে কি, তাহাব সম্বন্ধে তোমাদিগকে একটু বলিয়া রাখি। বৈজ্ঞানিকগণ বলেন যে পদার্থ মাত্রই অসংখ্য অণুর সমষ্টি। তাহাব আৰও অনুমান কবেন যে, এই অণুগুলি সর্বদাই স্পন্দিত হইতেছে, যদিও এই অণুগুলি কিংবা তাহাদের স্পন্দন আমবা খুব ভাল অণুবীক্ষণযন্ত্র দ্বাবাও দেখিতে পাই'না। অণুগুলিব স্পন্দন যখন কোনও এক নির্দিষ্ট মাত্রাব ভিতর থাকে, তখন সেই কম্পন হইতে তাপের উৎপত্তি হয়। বস্তুর-উষ্ণতা এই কম্পনের বেগের উপর নির্ভর কবে। বাত্বি হইতে কোনও বস্তুতে তাপ লাগিলে এই কম্পন আৰও বাড়িয়া যায়, কাজেই বস্তুর উষ্ণতা বাড়িয়া যায়।

তাপ প্রয়োগ করিলে সকল পদার্থেবই—

(১) আয়তন বৃদ্ধি পায়,

(২) উষ্ণতা বৃদ্ধি ঘটে,

(৩) এবং সময় সময় অবস্থান্তর ঘটিয়া থাকে, যেমন বরফ গলিয়া জল হয়, জল আবার বাষ্পে পরিণত হয়।

তাপ পাইলে সকল পদার্থ আয়তনে বর্ধিত হয় এবং তাপ কমাইলে সঙ্কুচিত হয়। তোমাদের মধ্যে যাহাবা কামাবশালে গরুর গাড়ীর চাকার বেড় পবাইতে দেখিয়াছ, তাহাবা বোধ হয় লক্ষ্য করিয়াছ যে প্রথমত লোহাব বেড়টি কাঠের চাকার পবিধি অপেক্ষা কিছু ছোট কবিয়া নির্মাণ করা হয়; সেইজন্য শীতল অবস্থায় বেড়টি কিছুতেই চাকার লাগে না। কিন্তু লোহাব বেড়টি উত্তমকপে উত্তপ্ত কবিয়া কামাব কাঠের চাকার চাবিদিকে ইহাকে অনায়াসে লাগাইয়া দেয়, শীতল হইলে দেখা যায় কাঠের চাকার উপর ইহা দৃঢ়ভাবে চাপিয়া বসিয়াছে। অনেক সময় দেখিয়াছ, গাড়োয়ান গাড়ীর চাকার জল ঢালে, পাছে বোধ পাইয়া বা মাটির ঘর্ষণে গরম হইয়া চাকার বেড় খুলিয়া

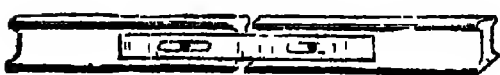
যায়, তাই গাড়োয়ান একপ করে।

ইহা হইতে তোমরা বুঝিতে পার

যে, চাকার বেড়টি উত্তাপ পাইয়া

বর্ধিত হয়, এবং শীতল হইলে

সঙ্কুচিত হয়। এই জন্যই বেলবাস্তাব

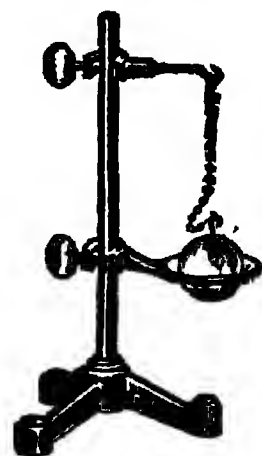


৪৬নং চিত্র—বেলবাস্তার সংযোগস্থল

লোহাব বেলগুলি একেবারে গায়েগায়ে জুড়িয়া বসান হয় না, দুই দুইটির মাঝে একটু কবিয়া ফাঁক রাখা হয়, কারণ তাহা না হইলে বৌদ্ধে বা গাড়ীর চাকার ঘর্ষণে উষ্ণতা-বৃদ্ধি হেতু যখন বেলগুলি দৈর্ঘ্যে কিঞ্চিৎ বাড়ে, তখন পরস্পর ধাক্কা খাইয়া বাঁকিয়া যাইতে পারে। তাপজনিত বৃদ্ধি কেবলমাত্র চাকার বেড় বা লোহাব বেলের ধর্ম নহে, বস্তুত, জগতে যাবতীয় কঠিন, তবল ও গ্যাসীয় পদার্থ তাপ পাইলে বাড়িয়া থাকে।

ধাতব পদার্থ যে এই গুণবিশিষ্ট, তাহা তোমরা সহজেই নানা উপায়ে পরীক্ষা কবিয়া দেখিতে পার।

একটি ধাতব গোলক ও একটি গোল বেড় নাও; বেড়টির ঘেব একরূপ হয়



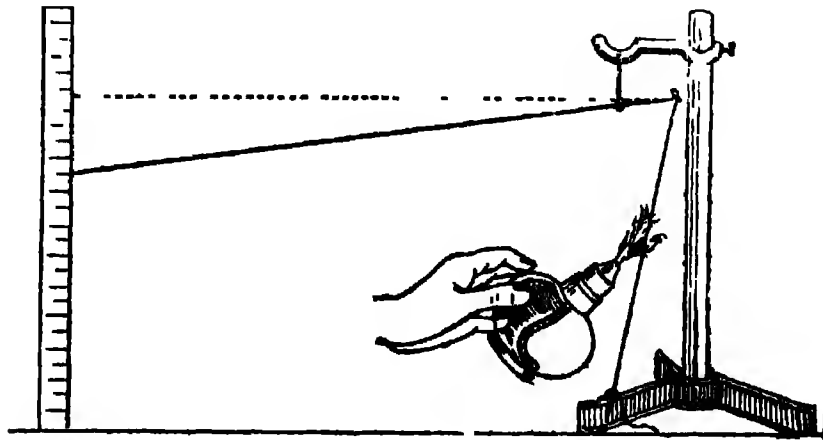
৪৭নং চিত্র—তাপে

কঠিন পদার্থের বৃদ্ধি

যেন উহা ভিতর দিয়া শীতল অবস্থায় ধাতব গোলকটি কেবল যাতায়াত কবিত্তে পাবে মাত্র। পবে গোলকটি উত্তপ্ত কবিয়া দেখ, ইহা আব বেডটির ভিতর দিয়া যাইতেছে না (৪৭নং চিত্র)। গোলকটি বেডের উপর বাখিয়া শীতল জল ঢালিলে উহা সঙ্কুচিত হইয়া বেডটির ভিতর দিয়া নিচে পড়িয়া যাইবে।

এতদ্বিন্ন আবও বহুবিধ উপায়ে প্রমাণ কবিত্তে পাবা যায় যে, কঠিন দ্রব্য উত্তাপ পাইয়া প্রসারিত হয় এবং শীতল হইয়া সঙ্কুচিত হয়।

একটি শাখা-বিশিষ্ট একটি খুঁটির শাখাটিতে একটি লম্বা বাখাবি বা অণ্ড কোন একটি সবল দণ্ডের একদিকে সূতা বাঁধিয়া ঝুলাইয়া রাখ। পবে ছবিতে যেমন দেখান হইয়াছে সেইরূপ ভাবে বাঁখানিটির ঐ প্রান্তেই একটি ধাতব তাব বাঁধিয়া ঐ তাব টানিয়া এমন ভাবে বাঁধিয়া দাও যেন বাখানিটি ভূমির সহিত



৪৮নং চিত্র—তাপে কঠিন পদার্থের প্রসারণ

সমান্তরাল থাকিতে পাবে। এখন দণ্ডটির অপর প্রান্তে একটি গজ খাড়া কবিয়া রাখ যেন বাঁখানিটি উঁচু নিচু হইলে বুঝিতে পাবা যায় কতটুকু উঠে উঠিল বা কতটা নিচে নামিল। এইবার এই ধাতব তাবে স্পিরিট লম্ফের সাহায্যে উত্তাপ দিলে দেখা যাইবে বাঁখানিটির যে প্রান্ত গজের পাশে ছিল

তাহা নামিয়া যাইতেছে এবং স্পিবিট লক্ষ্য সবাইয়া লইলে আবার উঠিয়া যাইতেছে। ইহাতে আমরা এইকপ বুঝিতে পারি,—উত্তাপ পাইয়া ধাতব তাব বর্ধিত হয় এবং আলুনা হইয়া যাওয়ায় বাঁখাবিব যে প্রান্তে ইহা বাঁধা ছিল সেই প্রান্ত উঠিয়া যায়, ফলে অপব প্রান্ত নামিয়া যায়। কিন্তু স্পিবিট লক্ষ্য সবাইয়া লইলে পুনরায় ধাতব তাব শীতল হইয়া সঙ্কচিত হয় এবং তাবটিতে টান পড়ায় বাঁখাবিব অপব প্রান্ত উঠিয়া যায়।

৪৯নং চিত্রের মত একটি সরু ও লম্বা নলবিশিষ্ট কাচের ফ্লাস্ক (Flask) বড়িন জলে পূর্ণ কবিয়া ইহাব নলের যে পর্যন্ত বড়িন্ জল উঠিল, সেইখানে



৪৯নং চিত্র—তাপে তরল
পদার্থের বৃদ্ধি

একটি দাগ দাও, মনে কব চিত্রের ক স্থানে সেই দাগ। পবে ফ্লাস্কটিতে তাপ প্রয়োগ কবিলে দেখিবে, বড়িন্ জল প্রথমত সেই দাগ হইতে নিচে খ স্থানে নামিয়া আসিয়া আবার উপবে উঠিয়া যাইতেছে। ইহাব কাবণ, বাচপাত্র প্রথমেই উত্তাপ গ্রহণ কবিয়া আয়তনে বর্ধিত হয়, সেইজন্ত বড়িন্ জল ক দাগের নিচে আসে, কিন্তু তাহাব পবে জলও তাপ গ্রহণ কবিয়া আয়তনে বর্ধিত হয় এবং পূর্বোক্ত দাগ ছাড়িয়া উঠে। এই পরীক্ষায় বুঝিতে

পায়া যায় যে, উত্তাপ পাইয়া কঠিন ও তবল পদার্থ প্রসারিত হয়, এবং তবল পদার্থের প্রসারণ কঠিন পদার্থের প্রসারণ অপেক্ষা অধিক।

এক্ষণে গ্যাসীয়পদার্থ উত্তাপ পাইয়া প্রসারিত হয় কিনা দেখা যাউক। একটি কাচের ফ্লাস্কের কিয়দংশ জলপূর্ণ কবিয়া মুখটি উত্তমরূপে ছিপি বন্ধ কব। ছিপিব মধ্য দিয়া একটি ছুইমুখ খোলা, সরু ও লম্বা কাচের নল প্রবেশ করাইয়া উহাব একমুখ জলে ডুবাইয়া দাও (৫০নং চিত্র)। পবে এই পাত্রটি গবমজলে ডুবাইলে দেখিবে যে, সরু নলটির ভিতবে পাত্রস্থ জল উঠিতেছে। তাহাব কাবণ, পাত্রস্থ বদ্ধবায়ু তাপে প্রসারিত হইয়া বাহিব হইতে না পারায়

জলোঁচাপ দেয়, এইজন্য জল উপরে উঠিতে থাকে। একটি ফুটবল ব্লাডাবেব মুখ বাঁধিয়া গবম জলে ফেলিয়া দিলে দেখিবে, ব্লাডাবটি ফুলিয়া উঠিতেছে। বস্তুত অল্পমাত্র উত্তাপেই গ্যাসীয় পদার্থ অত্যধিক প্রসারিত হয়। অতএব দেখা গেল যে, কঠিন পদার্থ অপেক্ষা তবল পদার্থ এবং তবল পদার্থ অপেক্ষা গ্যাসীয় পদার্থ, অধিক প্রসারিত হয়।



পূর্বেই বলা হইয়াছে যে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে পদার্থ মাত্রই উষ্ণ হয়, কিন্তু এখানে বলিয়া রাখি যে, পদার্থের তাপ (Heat) ও পদার্থের উষ্ণতা

(Temperature) একার্থবোধক নহে। পদার্থ তাপ প্রয়োগ করিলে, তাহার তাপধারণ-ক্ষমতার উপর

৫০নং চিত্র—তাপে গ্যাসীয় পদার্থের বৃদ্ধি

তাহার উষ্ণতা নির্ভর করে। পদার্থ আয়তনে বড় হইলে তাহার তাপধারণ-ক্ষমতা মোটামুটি বাড়িয়া যায়। একটি ছোট পাত্রে কিছু জল লইয়া তাহাতে একটি স্পিবিট ল্যাম্প দ্বারা তাপ প্রয়োগ কর এবং মধ্যে মধ্যে উহাতে হাত ডুবাইয়া দেখ উহার উষ্ণতা কিরূপ বৃদ্ধি পাইতেছে। অল্প একটি বৃহৎ পাত্রে অধিক জল লইয়া তাহাতেও ঐরূপ কর। কিছুক্ষণ পরে দেখিবে যে, ছোট পাত্রটির জল শীঘ্র উষ্ণ হইতেছে, অথচ বড় পাত্রের জলের উষ্ণতা প্রায় পূর্বমতই আছে। ইহাতে বুঝা যাইতেছে যে, সমপরিমাণ উত্তাপে সকল পদার্থ সমপরিমাণ উষ্ণ হয় না, বৃহৎ পদার্থ অল্প ও ক্ষুদ্র পদার্থ অধিক উষ্ণ হয়। আর একটি তৃতীয় পাত্রে এই দুই পাত্রের জল কিছু কিছু মিশাইয়া মিশ্রিত জলে হাত ডুবাইয়া দিলে বুঝিবে, এই জল ছোট পাত্রের জল অপেক্ষা শীতল, কিন্তু বড় পাত্রের জল অপেক্ষা উষ্ণ। ইহাতে প্রমাণিত হয় যে, উষ্ণতর জল কিছু তাপ ত্যাগ করিয়াছে এবং সেই তাপ অপব জল গ্রহণ করিয়া পূর্বাপেক্ষা উষ্ণ হইয়াছে। এই বিষয়টি তরল পদার্থের চলাচলের সহিত তুলনা করিলে বেশ বুঝিতে পারিবে।

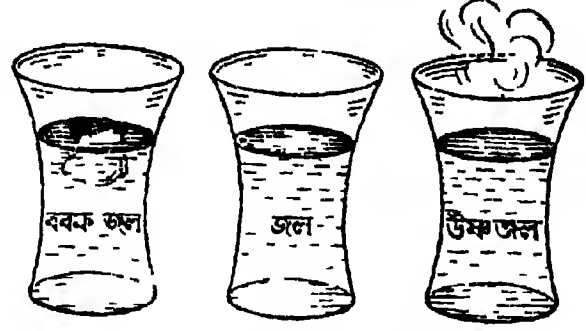
১৮নং চিত্রে দেখ ক ও খ দুইটি পাত্র একটি নল দ্বারা পবম্পব সংযুক্ত ; ইহাদের মধ্যে খ পাত্রটি ক পাত্রেব তুলনায় আকাৰে অনেক ছোট। নলের চাৰিটি বন্ধ কৰিয়া দুইটি পাত্রে জল একপভাবে ঢাল, যেন খ পাত্রেব জলতল ক পাত্রেব জলতল অপেক্ষা উচ্চ থাকে। এক্ষণে নলের চাৰিটি খুলিয়া দিলে দেখিবে যে, খ পাত্রেব জলতল নামিয়া যাইতেছে ও ক পাত্রেব জলতল ক্রমশ উচ্চ হইতেছে, অবশেষে পাত্র দুইটিব জলতল এক সমতলে আসিবে। অতএব দেখা যাইতেছে যে খ পাত্রেব জল পৰিমাণে কম হইলেও ইহাব তলেব উচ্চতা-হেতু ক পাত্রে আসিল। যদি বড় পাত্রটিব জলতল উচ্চতৰ হইত, তবে দেখিতে ইহাব জনই ডোট পাত্রে আসিত। জলেব চলাচল যেমন জল-তলেব উচ্চতাৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে, পৰিমাণেব উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে না, তেমনই পদাৰ্থ হইতে পদাৰ্থান্তৰে তাপ-চলাচল তাপেব পৰিমাণেব উপৰ নিৰ্ভৰ না কৰিয়া কেবলমাত্ৰ তাহাদেব উষ্ণতাৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে। কোনও বস্তুকে তদাপেক্ষা উষ্ণতৰ বস্তুব সহিত সংলগ্ন কৰিয়া দিলে শেযোক্ত বস্তু হইতে তাপ অপৰ বস্তুটিতে আসে, এনং শেষে দুইটি বস্তুই এককপ উষ্ণতা প্ৰাপ্ত হয়।

থার্মমিটার

একটি পাত্রে জল লইয়া ইহাব নিচে উত্তাপ দিতে থাক, মধ্যে মধ্যে জলে হাত ডুবাইলে বুঝিবে, জল ক্রমশ উষ্ণ হইতেছে। অবশেষে এমন অবস্থা আসিবে যে, জলে হাত ডুবানই কষ্টকৰ হইবে। সেইকপ একটি লৌহদণ্ডেব একপ্ৰান্তে তাপ প্ৰয়োগ কৰিলে উহা ক্রমশ উষ্ণতৰ হইতে থাকে। দেখ তাপ পাইয়া সকল পদাৰ্থ উষ্ণ হয় এবং ঐ উষ্ণতা আমবা স্পৰ্শশক্তিৰ দ্বাৰা অনুভব কৰি।

এখন দেখা যাউক, এই স্পৰ্শশক্তি দ্বাৰা পদাৰ্থেব উষ্ণতা সম্বন্ধে আমবা সঠিক জ্ঞান পাই কি না। একটি গ্লাসে সাধাৰণ জল ও অপৰ দুইটি গ্লাসে যথাক্রমে

ববফ-জল ও উষ্ণজল লইয়া (৫১ নং চিত্র) শেষোক্ত দুইটি গ্লাসে দুই হাত কিছুক্ষণ ডুবাইয়া, পবে তৃতীয় গ্লাসে দুইটি হাতই একসঙ্গে ডুবাইলে বুঝিবে, যে হাত ববফ-জলে ডুবান ছিল, সেই হাতে এই গ্লাসেব জল গবম ও অপব হাতে শীতল বলিয়া বোধ হইতেছে।



৫১ নং চিত্র—উষ্ণতাব আপেক্ষিকত্ব

বাস্তবিক গরম বা ঠাণ্ডা তুলনার কথা। যে জিনিষ একজনেব কাছে ঠাণ্ডা, তাহাই অপবেব কাছে গবম বলিয়া বোধ হইতে পবে। বিলাত হইতে সাংহববা এদেশে শীতকালে আসিলেও তাহাবা খুব গবম বোধ কবিয়া থাকেন, যদিও আমবা সে সময় অতিশয় শীত অনুভব কবি। অতএব দেখা গেল, স্পর্শশক্তি দ্বাবা পদার্থেব উষ্ণতা সঙ্কে আনাদেব যে জ্ঞান, তাহা সকল সময় ঠিক নহে।

পদার্থেব উষ্ণতা সঠিক নিকপণেব জন্ত বৈজ্ঞানিকগণ যে যন্ত্র প্রস্তুত কবিয়াছেন, তাহাব নাম থার্মমিটার।

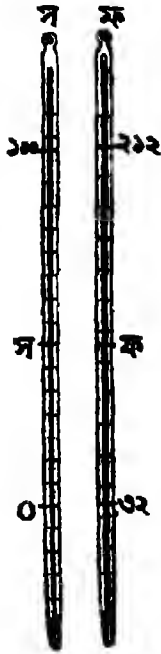
এই যন্ত্র নির্মাণেব মূলেব কথাটি তোমাদিগকে মোটামুটি বুঝাইতেছি। পদার্থেব উপব তাপ-প্রয়োগেব ফলে যেমন তাহাব উষ্ণতা বাড়ে, তেমনই সঙ্গে সঙ্গে তাহাব আয়তনও বৃদ্ধি পাইতে থাকে। উষ্ণতাবৃদ্ধি চোখে ধবা যায় না, কিন্তু আয়তনবৃদ্ধি ধবা যায়। অতএব আয়তনবৃদ্ধিৰ পরিমাণ দ্বাবা পবোক্ষ উপায়ে উষ্ণতাবৃদ্ধি মাপ কবা যাইতে পাবে। দেখা যাউক, একটি লৌহদণ্ডকে এই উদ্দেশ্যে ব্যবহাব কবা যায় কিনা।

কোনও এক উত্তপ্ত বস্তুৰ উষ্ণতা মাপিবাব জন্ত লৌহদণ্ডটি তাহাব সহিত সংযুক্ত কবা হইল। উষ্ণ বস্তু হইতে কিছু তাপ লৌহদণ্ডে আসিয়া উহাব আয়তনবৃদ্ধি কবিল, এই বৃদ্ধি অতি সামান্য, চোখে ধবা যায় না। কিন্তু কঠিন পদার্থ অপেক্ষা তবল পদার্থেব তাপজনিত বৃদ্ধি বেশী। সেইজন্ত থার্মমিটার

প্রস্তুত কবিতো তবল পদার্থের ব্যবহারই সুবিধাজনক। আবার তবল পদার্থের মধ্যে জল, তেল ইত্যাদি অপেক্ষা পাবদ ব্যবহার করার অনেক সুবিধা আছে। তন্মধ্যে প্রধান সুবিধা এই যে, যে উষ্ণতায় তেল, জল ইত্যাদি বাষ্পীভূত হয়, সেই উষ্ণতায় পাবদ তবলই থাকে, আবার যে শৈতো তেল, জল ইত্যাদি জমিয়া কঠিন হইয়া যায়, সেই শৈতোও পাবদ তবল থাকে। এতদ্ব্যতীত তেল, জল ইত্যাদি অপেক্ষা পাবদ তাড়াতাড়ি গরম হয়।

সাধারণত থার্মমিটার একটি লম্বা সূক্ষ্ম-ছিদ্রবিশিষ্ট নল দ্বারা প্রস্তুত। ইহার একপ্রান্তে একটি অপেক্ষাকৃত বৃহদায়তনের ফাঁপা কুণ্ড (Bulb) আছে। কুণ্ড ও নলের কিয়দংশ পাবদপূর্ণ থাকে। নির্মাণকালে যন্ত্রটি বায়ুশূন্য ও পাবদ পূর্ণ কবিয়া নলের অপর মুখটি অঁটিয়া দেওয়া হয়। কুণ্ডটি আকাবে বৃহত্তর

থাকায় উত্তাপ পাঠিয়া পাবদের যে বৃদ্ধি হয়, তাহাতে ইহা নলের সূক্ষ্ম ছিদ্রপথে বহুদূর যাইতে পারে।

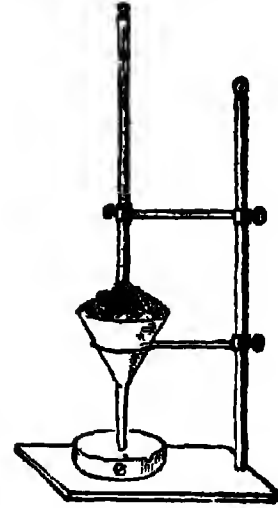


৫২নং চিত্রে দুইটি থার্মমিটার দেখান হইয়াছে। যন্ত্র দুইটি আকাবে একইরূপ হইলেও ইহাদের গায়েব দাগগুলি একরূপ নয়। যন্ত্র দুইটিকে যদি বরফগলা জলের মধ্যে ডুলাইয়া রাখা হয়, তবে দেখা যায়, পাবদ সঙ্কুচিত হইয়া একটি যন্ত্রের ০ দাগে ও দ্বিতীয়টির ৩২ দাগে আসিয়া স্থির হয়, ইহাকে **হিমাঙ্ক** (Freezing point) বলে। পুনরায় যদি যন্ত্র দুইটিকে ফুটন্ত জলের বাষ্পের মধ্যে ডুবান হয়, তবে দেখা যাইবে পাবদ প্রসারিত হইয়া প্রথম

৫২ নং চিত্র—থার্মমিটার যন্ত্রের ১০০ দাগে এবং দ্বিতীয় যন্ত্রের ২১২ দাগে আসিয়া স্থির থাকে, ইহাকে **ফুটনাঙ্ক** (Boiling point) বলা হয়। এই দুইটি দাগের মধ্যবর্তী স্থানকে যথাক্রমে ১০০ ও ১৮০ ভাগ করা হয় এবং এক একটি অংশকে **ডিগ্রী** (Degree) বলা হয়। প্রথম যন্ত্রটিকে **সেন্টিগ্রেড** (Centigrade)

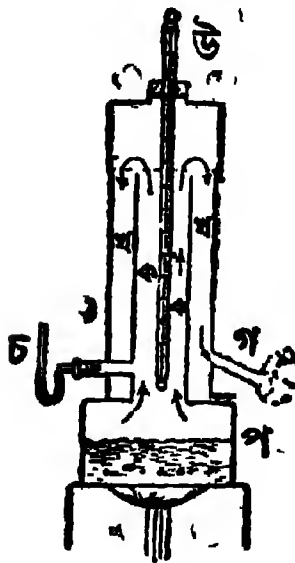
ও তৃতীয়টিকে ফারেনহাইট (Fahrenheit) বলা হবে। তাহা হইলে সেন্টিগ্রেড্‌ মতে 0° ডিগ্রীতে ও ফারেনহাইট মতে 32° ডিগ্রীতে জল জমিয়া বরফ হয় এবং সেন্টিগ্রেড্‌ মতে 100° ডিগ্রীতে ও ফারেনহাইট মতে 212° ডিগ্রীতে জল ফুটিয়া বাষ্প হইয়া যায়। বলা বাহুল্য যে, হিমাক্ষেব নিচে কিংবা স্ফুটনাঙ্কব উপবে কাচনলের অংশকে সমান্তরপাতে ভাগ করা হয়।

থার্মিটারেব হিমাক্ষ বাহিব করিবাব জন্ত একটি ফানেলের উপব উহাব কুণ্ড বাখিয়া তাহাব চানিধাবে বরফ দিয়া ফানেলটি বরফ পূর্ণ করা হয়। ইহাতে থার্মিটারেব নলের পানদ নামিয়া একটি স্থানে স্থিতি হয়। ইহাই হিমাক্ষ। ফানেল হইতে বরফ গলা জল ধরিবাব জন্ত নিচে একটি পাত্র রাখা হয়।



৫৩নং চিত্র—হিমাক্ষ স্থিরীকরণ

হিপসোমিটার (Hypsometer) নামক যন্ত্র সাহায্যে স্ফুটনাঙ্ক বাহিব করা



৫৪নং চিত্র—হিপসোমিটার

উষ্ণতা ঐ আটক পান হইয়া গ নল দিয়া বাহিবে চলিয়া যায়। ঘনীভূত হইয়া বাষ্পেব যে অংশ জল হয় তাহা

হয়। একটি পাত্রে জল ফুটান হয়, তাহাব উপবে এই হিপসোমিটার বসান হয়। ইহাব মধ্যস্থল দিয়া উষ্ণতামান যন্ত্রটি উ এমন ভাবে প্রবেশ করাউয়া দেওয়া হয় যেন এই হিপসোমিটারে থাকা কালে পানদ যত দূবেই উঠুক না কেন উহাব মাত্র শেষ বিন্দুটি আমাদের দৃষ্টিগোচরে থাকে। ইহা একটি ধাতব পাত্র। ইহাব দুইদিকে দেওয়ালেব ত্রায আটক থ আছে। এই আটকগুলি কিন্তু মাথা পর্যন্ত বায় নাই। জলীয় বাষ্প ইহাব মধ্যস্থল হইতে

ধবিবাব জন্ত হিপসোমিটারেব নলেব মুখে আব একটি পাত্র বৃসান থাকে।

কোনও একপ্রকাৰ থার্মিটার সাহায্যে পঠিত উষ্ণতা জানা থাকিলে, অপৰ যন্ত্ৰে তাহা কত হইবে বলিতে পাৰা যায়। ইহাদেব যোগ-সূত্র এই—

$$\frac{f-32}{2} = \frac{s}{5}$$

এখানে ‘f’ অর্থে ফাৰেণহিট্ যন্ত্ৰে পঠিত উষ্ণতা ও ‘s’ অর্থে সেন্টিগ্রেড্ যন্ত্ৰে পঠিত উষ্ণতা বুঝিতে হইবে। অতএব ফাৰেণহিট্ যন্ত্ৰে নির্ণীত উষ্ণতা হইতে ৩২ বিয়োগ কৰিয়া বিয়োগফলকে $\frac{5}{9}$ দিয়া গুণ কৰিলে সেন্টিগ্রেড্ ডিগ্রী ও সেন্টিগ্রেড্ যন্ত্ৰে নির্ণীত উষ্ণতাকে $\frac{5}{9}$ দিয়া গুণ কৰিয়া ৩২ যোগ দিলে ফাৰেণহিট্ ডিগ্রী পাওয়া যায়। সকল সময় মনে রাখিও, কোনও বস্তুৰ উষ্ণতা বলিবাব সময় তাহা সেন্টিগ্রেড বা ফাৰেণহিট্ কোন যন্ত্ৰে নির্ণীত হইয়াছে, তাহাব উল্লেখ কৰিতে হয়।

ধব, এচও গ্ৰীষ্মে বায়ব উষ্ণতা ১১৩ ডিগ্রী ফাৰেণহিট্ উঠিল। উহা সেন্টিগ্রেড্ যন্ত্ৰে কত হইবে ?

$$s = (f - 32) \times \frac{5}{9} \\ = (113 - 32) \times \frac{5}{9} = 85^{\circ}$$

অতএব সেন্টিগ্রেড্ যন্ত্ৰে ইহা ৮৫ ডিগ্রী হইবে।

সাধাবণত বিজ্ঞান সম্বন্ধীয় সমস্ত কার্যে সেন্টিগ্রেড্ যন্ত্ৰই ব্যবহৃত হয়। ডাক্তাবেবা শবীবেব উষ্ণতা মাপিবাব জন্ত ফাৰেণহিট্ যন্ত্ৰ ব্যবহাব কবেন। তাহাবা যে যন্ত্ৰ ব্যবহাব কবেন, তাহাব একটু বিশেষত্ব আছে। ইহাতে ৯৫ ডিগ্রী ফাঃ হইতে ১১০ ডিগ্রী ফাঃ পর্যন্ত দাগ দেখিতে পাওয়া যায় (৫৫ নং চিত্র) ; কাৰণ সাধাবণত মানুষেব স্তন্থ দেহেব উষ্ণতা ৯৮.৫ ডিগ্রী ফাঃ। ৯৫ ডিগ্রীৰ নিচেৰ উষ্ণতায় কিংবা ১১০ ডিগ্রীৰ উপবেব উষ্ণতায় মানুষ বাঁচিয়া থাকিতে

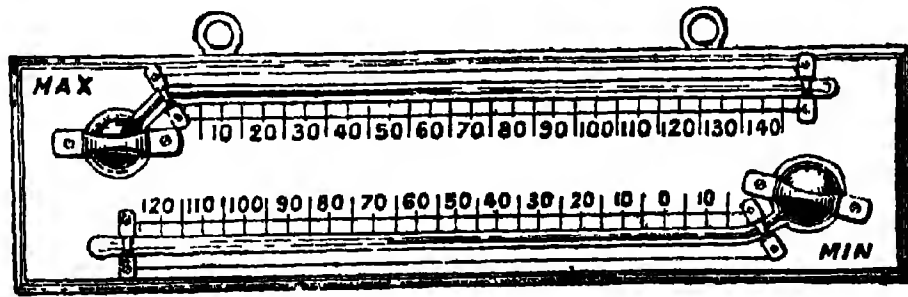
পাবে না। শারীর থার্মমিটার (Clinical thermometer) যন্ত্রেব প্রধান বিশেষত্ব এই যে, ফাঁপা কুণ্ড ও সৰু নলেব সংযোগস্থলে ছিদ্রটি



৫৫নং চিত্র—শারীর থার্মমিটার

একটু বেশী সূক্ষ্ম ও বক্রাকার কবা হইয়াছে। ইহাত সূবিধা এই যে, শরীর হইতে থার্মমিটারটি বাহির কবিরামাত্রই বাহিরেব বায়ব সংস্পর্শে নলেব পাবদ সঙ্কুচিত হইয়া কুণ্ডে দিবিয়া আসিতে চায়, কিন্তু ঐ বাকের জন্ত আসিতে পাবে না, অথচ শরীরেব তাপ পাঠয়া পাবদ এখন আঘতনে বাড়ে, তখন উহা ঐ বুদ্ধিব জোবে সেই বাক পাব হইবা নলে উঠে। এইজন্ত দেহেব উষ্ণতা পুনৰায় মাপিবাব পূর্বে বস্তুটিকে ঝাড়িয়া লইবা পাবদসূত্রটিকে নামাইবা দিতে হয়।

দিন ও বাহির মধ্যে বায়ব সর্বোচ্চ উষ্ণতা নির্দেশ কবিরাব জন্ত একপ্রকার যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, তাহাকে গরিষ্ঠ থার্মমিটার (Maximum Thermometer) বলে (৫৬নং চিত্র), ঐকপ লঘিষ্ঠ থার্মমিটারেব দ্বারা বায়ব সর্বনিম্ন উষ্ণতাও



৫৬নং চিত্র—গরিষ্ঠ ও লঘিষ্ঠ থার্মমিটার

মাপা যায়। গরিষ্ঠ থার্মমিটার একটি সাধারণ ফাৰেণহাইট যন্ত্র বাতীত অল্প কিছু নহে। চিত্রে দেখ, কেবলমাত্র উহাব কাচনলটি সোজাভাবে না তুলিয়া বাঁকাইবা দেওয়া হইয়াছে এবং নলেব ভিতবে একটি লোহাব কাঁটা বহিয়াছে।

বিজ্ঞান

বায়ু উষ্ণ হইলে পাবদ প্রসারিত হইয়া এই লোহাব কাঁটাটিকে সম্মুখে ঠেলিয়া দেয় এবং বায়ু শীতল হইলে পাবদ সঙ্কুচিত হইয়া কুণ্ডের দিকে ফিবিয়া আসে এবং কাঁটাটি যে স্থানে ছিল সেই স্থানেই থাকিয়া যায়। কাঁটার অবস্থান দেখিয়া দাগেব সাহায্যে বায়ুর সর্বোচ্চ উষ্ণতা জানিতে পাওয়া যায়।

লঘিষ্ঠ থার্ম মিটারে (Minimum Thermometer) পাবদের পবিবর্তে' স্রবাসাব ব্যবহৃত হয়। ইহাও একটি ফারেনহাইট যন্ত্র। ইহার কাচনলের ভিতবেও একটি লোহাব কাঁটা থাকে। বায়ু উষ্ণ হইলে স্রবাসাব প্রসারিত হইয়া কাঁটা পাব হইয়া চলিয়া যায় এবং শীতল বায়ু উষ্ণ হইলে যখন উহা সঙ্কুচিত হয় তখন স্রবাসাবেব শেষ প্রান্তেব তলটি লোহাব কাঁটাকে টানিয়া আনে। এই কাঁটার অবস্থান দেখিয়া বায়ুেব সর্বনিম্ন উষ্ণতা নির্ণীত হয়।

তাপ-চলাচল

সাধারণত তিনটি উপায়ে এক পদার্থ হইতে অন্য পদার্থে উত্তাপ চালিত হইয়া থাকে। যথা :—

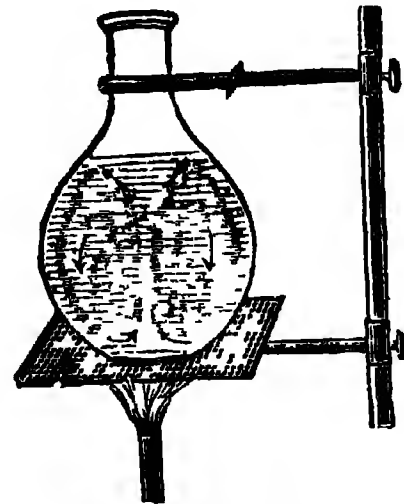
- (১) পবিবহন
- (২) পবিচলন
- (৩) বিকিরণ

একটি লৌহদণ্ডের একপ্রান্ত আগুনে ধরিলে অপব প্রান্তটিও শীঘ্র গরম হইয়া উঠে। আগুনেব ভিতর লৌহদণ্ডেব যে প্রান্ত থাকে, সেই প্রান্তস্থ অণুগুলিব স্পন্দন বাড়িয়া যায়। এই স্পন্দনেব ফলে পার্শ্বেব অণুগুলিতে ধাক্কা লাগিয়া তাহাদেবও স্পন্দন বাড়ে। ক্রমে ক্রমে লৌহদণ্ডেব অপব প্রান্তেব অণুগুলিবও স্পন্দন বাড়ে অর্থাৎ তাহাবাও উত্তপ্ত হয়। এইকপে কোনও বস্তুেব অণুগুলিবও স্পন্দনেব সাহায্যে এক অংশেব তাপ অন্য অংশে আসা-যাওয়াকে **পরিবহন (Conduction)** বলে। মনে রাখিও এই তাপ-পবিবহনে বস্তুেব অণুগুলি

একস্থান হইতে অন্যস্থানে চালিত হয় না, যাহা চালিত হয়, তাহা তাহাদের বর্ধিত স্পন্দনের ধাক্কা মাত্র।

যখন কোনও পদার্থকে তদপেক্ষা উষ্ণতর পদার্থের সহিত সংলগ্ন করিয়া দেওয়া হয়, তখন উষ্ণতর পদার্থ হইতে তাপ এই পবিবহন ক্রিয়া দ্বারা অন্য পদার্থে বহিয়া আসে, ফলে কিছুক্ষণ পবে দুইটি বস্তুই একই উষ্ণতা প্রাপ্ত হয়। কঠিন পদার্থে তাপ-চলাচল পবিবহনক্রিয়া দ্বারাই সম্পন্ন হইয়া থাকে। পদার্থমাত্রেই কিছু না কিছু তাপ পবিবহন কবে; তবে ধাতব পদার্থ সর্বাপেক্ষা উত্তম তাপ-পবিবাহী।

এক কেটলী জল উনানের উপর বসাইলে কিছুক্ষণ পবে গবম হইয়া উঠে। কেটলীর তলায় জল তাপ পাইয়া প্রসারিত হওয়ায় লঘু হয়। কিন্তু তবল পদার্থের কণাগুলি ইতস্তত নড়িয়া চড়িয়া বেড়াইতে পাবে। স্রুতবাং কেটলীর তলায় উত্তপ্ত এবং লঘু জলকণাগুলি উপরের দিকে উঠিতে থাকে। পাশের শীতল জল আসিয়া উহাদের স্থান অধিকার কবে। তাহাবপব এই জলও পুনরায় গবম হইয়া উপরের জল অপেক্ষা যখন লঘু হয়, তখন ইহাও উপরে উঠে এবং উপরের জল পাশ দিয়া নিচে নামিয়া আসিতে বাধ্য হয়। এইরূপ ববাবব উঠা-নামাব ফলে কেটলীর সমস্ত জল গবম হইয়া শেষে ফুটিতে আবন্ত কবে। এতএব দেখা গেল, তবল পদার্থে তাপ-চলাচল উহাব কণাগুলিব ক্রমাগত উঠানামাব ফলে হইয়া থাকে, ইহাকে **পরিচলন (Convection)** বলে।



৫৭নং চিত্র—পরিচলন

উপবে যাহা বলা হইল, পবীক্ষা দ্বারা তাহা সহজেই প্রমাণ কবিতে পাব। একটি কাচকুপীর তলায় একটু ম্যাজেন্টা বং ফেলিয়া দিয়া কাচকুপী জলে পূর্ণ কর

এবং ইহাব তলার স্পিৰিট ল্যাম্প দ্বাৰা তাপ প্ৰয়োগ কৰ। কিছুক্ষণ পৰে দেখিবে যে পাত্ৰেৰ তলার মাজেণ্টা হইতে কয়েকটি সূক্ষ্ম বঙিন শ্ৰোত উপবদিকে উঠিয়া পৰে পাশ দিয়া নিচে নামিতেছে (৫৭নং চিত্ৰ)।

তবল পদাৰ্থেৰ মত গ্যাসীয় পদাৰ্থেও পৰিচলন-ক্ৰিয়াৰ দ্বাৰাই তাপ চলাচল কৰিয়া থাকে, জলন্ত উনানেৰ উপবেৰ বায়ু গৰম হইয়া লঘু হয় এবং উপবে উঠিতে থাকে, সঙ্গে সঙ্গে পাশেৰ বাতাস নিচে নামিয়া ঐ শূন্য স্থান পূৰ্ণ কৰে। এইকপে গৰম ও ঠাণ্ডা বাতাসেৰ আনাগোনাৰ বাতাস বেগ গৰম হইয়া উঠে। গ্ৰীষ্মকালে ছপুৰে গ্ৰাম হইতে মাঠে আসিয়া পড়িলে দেখা যায়, যেন মাঠেৰ উপৰ হইতে শাদা আঙুনেৰ হকা উঠিতেছে। বাস্তবিক উহাৰা উৰ্বৰগামী গৰম বায়ুৰ শ্ৰোত ভিন্ন আৰ কিছুই নহে। প্ৰথমে বোঁদে মাটি খুব গৰম হইয়া উঠে, মাটিৰ উপবেৰ বাতাস ঐ গৰম মাটিৰ সংস্পৰ্শে খুব গৰম হয় এবং হাকা হইয়া উপবে উঠিবার সময় এইকপ দেখায়।

এই তাপ-পৰিচলন-ক্ৰিয়া তবল ও গ্যাসীয় পদাৰ্থেই হওয়া সম্ভব, বঠিন পদাৰ্থে সম্ভব নয়, কাৰণ কঠিন পদাৰ্থেৰ কণাগুলি তবল ও গ্যাসীয় পদাৰ্থেৰ কণাৰ মত ইতস্তত চলাফেৰা কৰিতে পাবে না।

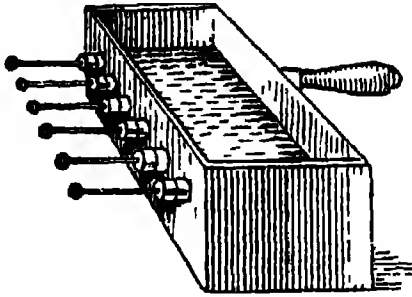
এইবাব তাপ-চলাচলেৰ তৃতীয় প্ৰক্ৰিয়াৰ কথা বুঝা যাউক। সূৰ্য পৃথিবী হইতে প্ৰায় নয় কোটি মাইল দূৰে থাকিয়াও নিত্য আমাদিগকে উত্তাপ দিতেছে। পৃথিবীৰ উপৰে বায়ুমণ্ডল মাত্ৰ একশত কি দেড়শত মাইল পৰ্যন্ত বিস্তৃত, তাবপৰ মহাশূন্য। স্মৃতবাং এখানে পৰিবহন বা পৰিচলন কোনটিও সম্ভব নয়। তাহা হইলে সূৰ্যেৰ তাপ পৃথিবীতে কিৰূপে আইসে? ইহা বুঝাইবাব জন্ত বৈজ্ঞানিকগণ কল্পনা কৰিয়াছেন যে, এই বিশ্বব্ৰহ্মাণ্ড ব্যাপিয়া এক অতি সূক্ষ্ম, অতীন্দ্ৰিয় বস্তু রহিয়াছে, ইহাকে তাহাৰা ঈথার (Ether) কহেন। উত্তপ্ত সূৰ্যেৰ অণুগুলিৰ স্পন্দন এই ঈথাবে বিভিন্ন প্ৰকাৰেৰ ঢেউ তুলিয়া দেয়। ঢেউগুলি ঈথারেৰ মধ্য দিয়া চাৰিদিকে ছড়াইয়া পড়ে। ইহাদেৰ মধ্যে একপ্ৰকাৰেৰ ঢেউ কোনও বস্তুতে আসিয়া বাধা পাইলে তাহাকে উত্তপ্ত কৰে। ঈথার-তরঙ্গের সাহায্যে

তাপের একস্থান হইতে অন্যস্থানে গমনাগমনের নাম বিকিরণ (Radiation) বিকিরিত তাপ উষ্ণ বস্তু হইতে উহার চতুর্দিকে সবল বেখাক্রমে ছড়াইয়া পড়ে। উনানের ধাবে বসিয়া থাকিলে আমরা যে তাপ পাই, বিকিরণই তাহার কারণ। উত্তপ্ত বস্তু মাত্রই তাপ বিকিরণ দ্বারা ক্রমশ শীতল হয়। বায়ু ঈশাব-তবঙ্গকে বিশেষ বাধা দেয় না, এইজন্ত বিকিরণ দ্বারা তাপ-চলাচলের সময় ইহা উত্তপ্ত হয় না।

তাপ যে তিনটি বিভিন্ন উপায়ে এক বস্তু হইতে অন্য বস্তুতে গমনাগমন করে তাহা বলিলাম। এখন সেগুলির সম্বন্ধে একটু আলোচনা করা যাউক। সকল জিনিষের তাপ পরিবাহিতা (Conductivity) সমান নয়। বাগ্না কবিরাব সময় হবত দেখিয়াছ, লোহা বা পিতলের হাতা, খুস্তি দিয়া দুই একবাব কডাব গবম জিনিস নাডিলে উহা এত উত্তপ্ত হইয়া যায় যে, তাহাদিগকে অধিকক্ষণ ধরিয়া বাখা কষ্টকর হয়, কিন্তু যে কাঠের এক প্রান্ত বহুকক্ষণ ধরিয়া উনানে জলিতেছে, তাহাবও অপবপ্রান্ত অনায়াসে বহুকক্ষণ ধরিয়া বাখা যায়। ইহাতে বুঝা যায়, লোহা ও পিতল উত্তম তাপ-পরিবাহী কিন্তু কাঠ তাহা নহে। তুলা, ফ্লানেল, পশম, বেশম, কাগজ, বেত, চামড়া, জল ইত্যাদি তাপ পরিবাহী নয় বলিলেই চলে। সেইজন্ত উনান হইতে গবম কড়া, হাঁডি ইত্যাদি নামাইতে হইলে দুই হাতে কাপড় বা কাগজ ইত্যাদির টুকু লইয়া পাত্রগুলি ধরিতে হয়। তোমবা বোধ হয় দেখিয়াছ, অনেক কেটলীর হাতলে বেত জড়ানো থাকে। বেতের তাপপরিবাহিতা কম বলিয়াই একপ করা হইয়া থাকে। বেতজড়ানো হাতলটি ধরিয়া উনান হইতে গবম কেটলীটিকে নামাইতে কোন কষ্ট হয় না। এই একই কারণে অনেক পাত্রের হাতলে কাঠ লাগানো থাকে। বাঙালার মিজিকে তাতাল গবম করিতে দেখিয়াছ, উহাব হাতলটিতেও কাঠ লাগানো থাকে।

মার্বেলপাথর, প্লেট, মাটি ইত্যাদি অল্প পরিমাণে তাপ পরিবহন করিয়া থাকে। একটি অ্যালুমিনিয়মের হাঁডি যত শীঘ্র গবম হয়, একটি মাটির হাঁডি তত শীঘ্র গরম হয় না।

ধাতু মাত্রই উত্তম তাপপরিবাহী বটে, কিন্তু তাই বলিয়া সকল ধাতু সমান পরিবাহী নহে। এই পরিবহন শক্তি তুলনা করিয়া দেখিবার জন্য



৫৮নং চিত্রেব দ্বায়ে একটি পাত্র লইয়া তাহাব গাত্রস্থিত ছিদ্রগুলিতে বিভিন্ন ধাতবদ্রব্যেব সমদীর্ঘ দণ্ড লাগাও। খানিকটা মোম গলাইয়া তাহাব সাহায্যে দণ্ডগুলির গায়ে সমদূর্বে এক একটি লোহাব গুলি আঁটিয়া দাও। পরে

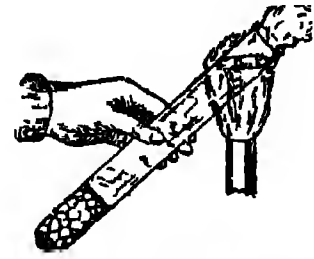
৫৮নং চিত্র—বিভিন্ন বস্তুর তাপ পরিবহন পাত্রটিতে ফুটন্ত জল ঢালিয়া কিছুক্ষণ রাখিলে দেখা যাইবে যে এক এক করিয়া গুলি কয়টি পড়িয়া যাইতেছে, যেটির গুলি আগে পড়িবে সেই দণ্ডটি সবচেয়ে বেশী তাপ পরিবাহী। এইরূপে পরীক্ষা করিলে দেখা যায়, বৌপ্যেব তাপপরিবাহিতা সর্বাপেক্ষা অধিক, তাহাব পর যথাক্রমে তাম্র, স্বর্ণ, ম্যাগ্নিমিনিয়ম, পিতল, টিন এবং লোহা, ইত্যাদি। এজন্য লোহাব পাত্র অপেক্ষা ম্যাগ্নিমিনিয়মেব পাত্রে এবং ম্যাগ্নিমিনিয়ম অপেক্ষা তাম্রাব পাত্রে বর্ধিতে সুবিধা হয়।

শীতকালে আমবা শীত নিবারণেব জন্য গবম কাপড়, গবম জামা, মোজা, শাল ইত্যাদি ব্যবহার করি। এগুলি সাধারণত ফ্লানেল, পশম, মেকণ প্রভৃতি হইতে প্রস্তুত। এগুলিকে গবম বলা হয় বলিয়া সত্য সত্যই যে উহাবা উষ্ণ, তাহা মনে করিও না। প্রকৃতপক্ষে ইহাদেব তাপপরিবাহিতা খুবই কম, তাই ইহাদেব দ্বারা দেহ ঢাকিয়া রাখিলে দেহেব স্বাভাবিক তাপ বাহিরেব ঠাণ্ডা বায়ুতে আসিতে পারে না, সেইজন্য শরীর গবম থাকিবা যায়।

একটি ব্যাপার ইহত তোমবা লক্ষ্য করিয়া থাকিবে যে, শীতকালে পিতল কাঁসা প্রভৃতি স্পর্শ করিলে তাহাদিগকে কাপড়-চোপড় ইত্যাদি অপেক্ষা শীতল বলিয়া মনে হয়, যদিও একঘষেব ভিতর থাকিয়া তাহাদেব কোন-একটি অপবাপর দ্রব্য অপেক্ষা উষ্ণতায় কম বেশী থাকিতে পারে না। শীতকালে

আমাদের শরীরের উষ্ণতা চতুর্দিকের দ্রব্যগুলির উষ্ণতা অপেক্ষা অধিক ; আবার ধাতব পদার্থগুলি উত্তম তাপ-পরিবাহী ; সুতরাং তাহারা আমাদের শরীর হইতে তাপ তাদাতাড়ি টানিয়া লয় । এইজন্য ইহাদিগকে ঠাণ্ডা বলিয়া বোধ হয় , কিন্তু কাপড়-চোপড় অপরিবাহী বলিয়া তাহা পাবে না ।

তবল পদার্থ পরিচলনক্রিয়ার দ্বারাই উদ্ভূত হয় । সাধারণত তরলপদার্থের তাপ-পরিবাহিতা খুবই অল্প । উহাদের মধ্যে কেবল পানিতেই ধাতব পদার্থের ত্রাণ উত্তম পরিবহন-শক্তি আছে । একটি বড় পবীক্ষানল লইয়া উহা তিন-চতুর্থাংশ জলপূর্ণ করিয়া জলের পরিবহন-শক্তি পরীক্ষা কর । নলটির নিচে তাপ প্রয়োগ করিলে পরিচলন ক্রিয়ার জন্য পরিবহন কিছু হইতেছে কিনা বঝা যাইবে না । এইজন্য জলের উপর দিকে একটি স্পির্ডিট ল্যাম্পের সাহায্যে উত্তাপ দিলে (৫৯নং চিত্র) দেখিবে উপরের জল উষ্ণ



৫৯নং চিত্র—জলের তাপ পরিবহন পরীক্ষা

হইয়া ফুটিতে থাকিলেও তলাব জল বেশ শীতল আছে । তোমরা বোধ হয় দেখিয়াছ যে, গ্রীষ্মকালে পুকুরের উপরের জল খুব গরম লাগিলেও ডুব দিলে নিচের ঠাণ্ডা জলে বেশ আশ্রয় পাওয়া যায় ।

গ্যাসীয় পদার্থের পরিবাহিতা তবল পদার্থ অপেক্ষাও কম । তুলা, ফ্রান্সেল, পশম ইত্যাদির আঁশের মধ্যে অনেক বায়ু আবদ্ধ হইয়া থাকে , এই বায়ু ও তুলা শরীরের তাপ রক্ষা করে । এইজন্য শূন্যের পোষাক অপেক্ষা তুলা বা ফ্রান্সেলের পোষাকে বেশী শীত ভাঙ্গে । ব্যবহৃত লেপের তুলা চাপিয়া বসিয়া গেলে তাহাতে ভাল শীত ভাঙ্গে না , তখন পুনর্বার তুলা ধুলাইয়া লইতে হয় । ঐকপ করিলে তুলাব ফাঁকগুলি বড় হয় এবং ঐ ফাঁকে অনেক বায়ু আটকাইয়া যায় । শীতের সকালে তোমরা হয়'ত দেখিয়া থাকিবে যে, কৌচার কাপড় খুলিয়া খালিগায়ে জড়াইলে অনেকটা শীত নিবারণ হয় , কারণ কাপড়

ও শরীরের মধ্যে যে বায়ু থাকে, তাহাই শরীরের তাপ-বহির্গমন অনেকটা বন্ধ কবিয়া দেয়। ইহাও বোধ হয় তোমরা জান যে, ওয়াড দেওয়া লেপ ব্যবহার কবিলে যতটা শীত ভাঙ্গে, ওয়াড়হীন লেপে তত ভাঙ্গে না; কাবণ লেপ ও তাহাব ওয়াডের মধ্যে যে দুই স্তর বায়ু আবদ্ধ থাকে, তাহা শীতভাঙ্গা কাজে যথেষ্ট সহায়তা কবে।

গ্রীষ্মকালে দিনের বেলায় টিনের ঘব, খডের ঘব অপেক্ষা ঢেব বেশী গরম হয়। বোত্ৰের তাপে টিন শীঘ্রই গরম হইয়া যায় এবং ঘবের ভিতবদিকে সেই তাপ বিকিরণ কবিয়া ঘরকে উত্তপ্ত কবে, কিন্তু খড তাপ-পরিবাহী নহে বলিয়া ঘবকে ঠাণ্ডা বাখে। শীতকালে ঠিক ইহাব উল্টা হয়; ঘবের গরম টিনের ভিতব দিয়া বাহিরে ছড়াইয়া পড়ে, কিন্তু খড ঘবের উত্তাপ একপ ভাবে নষ্ট হইতে না দিয়া ঘবকে গরম বাখে। আবও দেখা যায়, অত্যন্ত গরম দুধ পান কবিত্তে অশুবিধা বোধ কবিলে মেয়েবা উহা কাল পাথর বাটিতে ঢালিয়া ঠাণ্ডা কবিয়া লয়েন। ইহাব কাবণ, কাল বাটির মধ্য দিয়া তাপ দ্রুতবেগে বিকিরিত হইতে থাকে। শাদা বাটির বিকিরণ ক্ষমতা কম বলিয়া ঐ গরম দুধ শাদা বাটিতে ঢালিলে ঠাণ্ডা হইতে অনেক বিলম্ব হয়। একটি কাল বংএব এনামেল্ কবা কেট্‌লী ও শাদা বংএব এনামেল্ কবা কেট্‌লীতে সমপরিমাণ ফুটন্ত জল রাখিলে দেখা যায়, কাল কেট্‌লীব জলই আগে ঠাণ্ডা হইতেছে। কাল বংএব পদার্থ শাদা বংএব পদার্থ অপেক্ষা দ্রুত তাপ গ্রহণ কবে ও বিকিরণ কবে। এইজন্য গ্রীষ্মকালে শাদা জামা ব্যবহার কবাই সুবিধা। ইহা সূর্যকিরণ প্রতিফলিত কবে এবং নিজে শীঘ্র গরম হয় না। এই কাবণেই কেহ কেহ গ্রীষ্মকালে ছাতাব কাল কাপড়ের উপর আব একটি শাদা কাপড় বসাইয়া লন।

কোন দ্রব্য হইতে যদি উপযুক্ত তিনটি উপায়ে তাপ নির্গত হওয়া বন্ধ কবা যায় তবে দ্রব্যটি একই বকম উষ্ণ বা শীতল থাকিয়া যাইবে। থার্মস ফ্লাস্কে (Thermos flask) এই তিন উপায়ে যাহাতে তাপ চলাচল করিতে না পাবে তাহাব অনেকটা ব্যবস্থা করা হইয়াছে। একেবারে উক্ত প্রক্রিয়া করটির পথ

বন্ধ কৰা কোন প্রকাৰে সম্ভব নয়। ফলে ইহাতে কোন দ্রব্য রাখিলে ২৪ ঘণ্টা পর্যন্ত দ্রব্যটি এক রকম উষ্ণতায় থাকিতে পাবে।

দুইটি দেওয়ালবিশিষ্ট একটি কাচের বড় মুখওয়ালা বোতল—দেওয়াল দুইটির মধ্যবর্তী স্থানে বায়ু আবদ্ধ আছে। বাহিবেব বায়ুর সহিত এই বায়ুর কোনও রূপে সংযোগ নাই। কাচের দেওয়ালগুলি আয়নার মত চক্চকে কবিতা পালিশ কৰা। একটি টিনের পাত্রে কর্কেব উপর এই কাচের পাত্রটি আবদ্ধ থাকে এবং চাবিদিকেই কৰ্ক দিয়া টিনের পাত্রেব সহিত উহাব ব্যবধান বন্ধ কৰা হয়। টিনের পাত্রটির মুখ প্যাচ ওয়ালা টিনের ঢাকনি দিয়া বন্ধ কৰা যায় এবং ভিতৰেব কাচের পাত্রটির মুখ কৰ্ক দিয়া বন্ধ বাখা হয়। ইহাই হইল থার্ম'স ফ্লাস্ক।



৬০নং চিত্র—থার্ম'স ফ্লাস্ক

যখন কাচ পাত্রেব ভিতৰ কোন পদার্থ থাকে তখন ইহাব কাচের দেওয়াল ভেদ করিয়া সহজে তাপ পৰিবাহিত হইতে পাবে না। কাবণ কাচ এবং বায়ু উভয়ে ভাল তাপ পৰিবাহী নহে। তদুপরি কাচ পাত্রেব গা চক্চকে হওয়ায় ভিতৰেব তাপ ভিতৰে এবং বাহিৰেব তাপ বাহিৰেই বিকিৰিত কৰে। কাজেই সহসা ভিতৰেব তাপ বাহিৰে এবং বাহিৰেব তাপ ভিতৰে আসিতে পারে না। ফলে ভিতৰেব দ্রব্য অনেককাল ধৰিয়া একরূপ উষ্ণ থাকিয়া যায়।

তোমরা সকলেই জান, ছপুৰে যখন সূৰ্য আমাদেব মাথাৰ উপৰে উঠে, তখন তাহাব তেজ যেমন প্রখর, সকালে পূৰ্বাকাশে ইহা যখন উঠিতে থাকে কিংবা বৈকালে পশ্চিমাকাশে যখন ঢলিয়া পড়ে, তখন তেমন প্রখর নয়। সূৰ্য বিভিন্ন সময়ে যে বিভিন্ন পরিমাণ তাপ দিতেছে, তাহা নহে; ইহা সকল সময়েই সমভাবে তাপ দেয়, কিন্তু পৃথিবী উহাব যে অংশ পাইতেছে, তাহা সকল সময় সমান নয়।

এই সূর্যোত্তাপে এবং ইহার হ্রাস বৃদ্ধির জন্ত নানা প্রাকৃতিক ঘটনা ঘটিয়া থাকে।

পূর্বে উল্লিখিত হইয়াছে যে, কোনও পদার্থে তাপ প্রয়োগ করিলে সময় সময় তাহার অবস্থান্তর ঘটিয়া থাকে। কঠিন বস্তুতে তাপ প্রয়োগ করিলে সময়বিশেষে উহা তরল পদার্থে পরিণত হয়, আবার তরল পদার্থেও তাপ দিলে উহা একসময়ে বাষ্পাকারে পরিণত হয়। এক টুকু বা ববফে তাপ প্রয়োগ করিলে উহা শীঘ্র গলিয়া জল হয় এবং সেই জলে উত্তাপ দিলে বাষ্প হয়।

বাষ্পীভবন ও ঘনীভবন—একটি কড়ায় খানিকটা জল লইয়া উত্তাপ দিতে থাক, দেখিবে জল ক্রমশই কমিয়া যাইতেছে এবং সেই পাত্রের উপর শাদা ধোঁয়াব ছায় কি উঠিতেছে। এই শাদা ধোঁয়াব উপর যদি একখানি প্লেট ধর,—দেখিবে প্লেটখানির উপর বিন্দু বিন্দু জল জমিয়া আছে। এ জল কোথা হইতে আসিল? উত্তাপে কড়ার জল বাষ্পের আকার ধারণ করিয়া বায়ুমণ্ডলের সহিত মিশিয়া যাইতেছিল। প্লেটের শীতল গাত্র লাগিয়া তাহার বিয়দংশ জমিয়া পুনরায় জল হইয়া গিয়াছে। উত্তাপ পাইয়া জলের বাষ্পাকার ধারণ



৬১নং চিত্র—জলীয় বাষ্পের ঘনীভবন

করাকে **বাষ্পীভবন (Vaporisation)** কহে এবং যে কোনও কারণে বায়ুর উষ্ণতা যথেষ্ট কমিয়া গেলে বায়ুমধ্যস্থ জলীয় বাষ্পের জমিয়া যাওয়াকে **ঘনীভবন (Condensation)** বলে।

কেটলীতে জল গরম করিবার সময় ঠিক এইরূপ ব্যাপার দেখা যায়। জলীয় বাষ্প কেটলীর নল হইতে জোবে নির্গত হইয়া কিছু দূরে শীতল বায়ুর সংস্পর্শে আসিয়া জমিয়া যায় ও কুয়াসা

ছায় দেখায় (৬১নং চিত্র)। কিন্তু কেটলীর ঠিক নলমুখে উহা উষ্ণ থাকে বলিয়া

দৃষ্টিগোচর হয় না। কেবল আগুনের তাপ পাইলেই যে জল বাষ্পে পবিণত হয়, তাহা নহে; সবদাঁই জল হইতে বাষ্পোদগম হইতেছে। একটা বেকাবীতে অল্প একটু জল লইয়া ঘবেব মেঝের বাথিয়া দাও। ২১৩ দিন পবে দেখা যাইবে যে, জল শুকাইয়া গিয়াছে ও পাত্রটি খালি পড়িয়া আছে। ভিজা কাপড হাওয়ায় মেলিয়া দিলে শুকাইয়া যায়। তোমবা গ্রীষ্মকালে ছোট ছোট পুকুর, ডোবা, জলমাঠ প্রভৃতি শুকাইতে দেখিয়াছ। এই সব ক্ষেত্রে সূর্যের তাপে ও বায়ুর তাপে জল ধীবে ধীবে বাষ্পাকাবে অদৃশ্য হয়।

তাহা হইলে দেখা গেল জলকে বাষ্পে পবিণত কবিতে তাপের আবশ্যক। বাহিব হইতে আগুনের তাপ দিলে বাষ্পোদগম দ্রুত হয়, তাহা না হইলে বাষ্পোদগম ধীবে ধীবে হইতে থাকে। ধীবে বাষ্পোদগম ক্রিয়ায় তাপ-হরণ হেতু কিঞ্চিৎ শৈত্যেব উৎপত্তি হয়। গ্রীষ্মে যখন আমাদের শবীর ঘর্মাক্ত হয়, তখন পাখাব বাতাস খাইলে শবীর শীতল হয়, ইহাব কাবণ পাখাব বাতাসে যখন বাম বাষ্পাকাবে উড়িয়া যায়, তখন বাষ্পে পবিণত হইতে গেলে যে তাপের প্রয়োজন, তাহাব কিয়দংশ আমাদের শবীর হইতে গৃহীত হয়, সেইজন্য আমবা ঠাণ্ডা বোধ কবি। জল ঠাণ্ডা কবিতে আমবা বালিমাটির কলসী পছন্দ কবি, কাবণ এইকপ কলসীর সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম ছিদ্রপথে জলকণা বাহিবে আসে ও কলসী হইতে তাপ শোষণ কৰিয়া বাষ্পাকাবে পবিণত হয়।

জল হইতে নিম্নতই যে বাষ্পোদগম হয়, তাহাব দ্রুততা জলের উষ্ণতাব উপব নির্ভব কবে। এক কড়া জল উনানে চাপাইলে দ্রুত বাষ্পোদগম হওয়ায় জল শীঘ্র কমিয়া যায়, কিন্তু একটি ছোট বেকাবীতে সামান্য পবিমাণ জল বাথিলেও তাহা শুকাইবা যাইতে যথেষ্ট সময় লাগে। তোমবা বোধ হয় জান না যে, সহবে অনেক স্থানে আজকাল কলের সাহায্যে কাপড কাচিবাব ব্যবস্থা আছে। ঘোব বর্ষাব দিনেও এক দিনে কাপড কাচিয়া শুকাইয়া লওয়া যায়। কাচা কাপডগুলি শুকাইবাব জন্য বাষ্পপূর্ণ নল দ্বাবা উত্তপ্ত বন্ধ-গৃহেব মধ্যে টাঙ্গাইয়া রাখা হয়। ইহাতে ১০।১২ মিনিটের ভিতব উহাবা শুকাইয়া যায়।

আবাব জল তলেব আয়তন যতই বড় হয় অর্থাৎ জলপাত্র যতই প্রশস্ত হয়, বাষ্পীভবনও তত দ্রুত হয়। গবম চা প্লেটে ঢালিলে ঠাণ্ডা হয়; তাহাব কাবণ, ওরূপ কবায় বিস্তৃত তল হইতে এককালে যথেষ্ট বাষ্পোদগম হয়। এই জন্তই বাটির দুধ অত্যন্ত গবম থাকিলে মেয়েবা এক বাটি হইতে অন্য এক বাটিতে তাহা ঢালাঢালি কবিয়া ঠাণ্ডা কবেন।

বাতাস বহিলেও বাষ্পোদগম দ্রুত হয়। তাহাব কাবণ এই যে, জলীয়-বাষ্প-সিক্তবায়ু বাতাসে সবিয়া যায় ও পার্শ্ব হইতে শুষ্ক বায়ু আসিয়া বাষ্প গ্রহণ কবিতে থাকে। আবাব বাতাস যতই শুষ্ক হইবে, উহাব দ্বাবা বাষ্পশোষনও ততই দ্রুত হইবে। এই কাবণে শীতকালেব শুষ্ক বাতাসে ভিজা কাপড় শীঘ্রই শুকায়, আমাদের গা চোঁট প্রভৃতি ফাটে।

বাতাসে জলীয় বাষ্প—উপবে বলা হইয়াছে যে, ক্ষুদ্র ও বৃহৎ সকল জলাশয় যথা—খালবিল, নদনদী ও সমুদ্র হইতে প্রতিনিয়ত প্রভূত জল বাষ্পাকাবে উঠিতেছে। এতদ্ব্যতীত প্রাণীদিগেব শবীব হইতে এবং গাছপালা হইতেও নিয়ত জলীয় বাষ্প উঠিতেছে। এই সকল বাষ্প যার কোথায়? ইহাদেব সমস্তই বায়ুব মধ্যে অদৃশ্য হইয়া মিশিয়া থাকে। কিন্তু বায়ুব বাষ্প-ধাবণ-ক্ষমতাবও একটা সীমা আছে। নির্দিষ্ট পবিমাণ বায়ু একটি নির্দিষ্ট পবিমাণ জলীয় বাষ্প অদৃশ্য অবস্থায় ধাবণ কবিতে পাবে। যখন কোন স্থানেব বায়ু সেই নির্দিষ্ট পবিমাণ জলীয় বাষ্প ধাবণ কবে, তখন সে বায়ুকে **সংপৃক্ত** বায়ু কহে। বর্ষায় বৃষ্টিব সময় ভিজা কাপড় সহজে শুকাইতে চায় না, ইহাব কাবণ স্থানীয় বায়ু ইতিপূর্বে প্রায় পবিগর্ভিত হইয়া আছে। শীতে ঠিক ইহাব বিপবীত ব্যাপাব হয়। সূর্য-তাপেব অগ্নতা হেতু জল হইতে বাষ্প অল্প পরিমাণে উথিত হয়; সেইজন্তই অপেক্ষাকৃত শুষ্ক বায়ু ভিজা কাপডেব জল শীঘ্রই টানিয়া লয়।

বাতাসে যে সর্বদাই জলীয় বাষ্প আছে, তাহা অতি সহজেই প্রমাণ করা যায়। একটি কাচের গ্লাসে খানিকটা জল লও এবং উহাতে কয়েক টুকরা

ববফ* ফেলিয়া দাও। লক্ষ্য কবিয়া দেখ, গ্লাসেব বাহিরেব গায়ে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জলকণা জমিয়াছে। এই জল বাষ্পাকারে গ্লাসেব চাবিদিকেব বায়ুতে মিশিয়া ছিল, ঠাণ্ডা গ্লাসেব সংস্পর্শে আসিয়া জলবিন্দুতে পরিণত হইয়াছে।

উষ্ণ ও শীতল বায়ুর জলীয় বাষ্পধারণ ক্ষমতা—ইতিপূর্বেই উল্লিখিত হইয়াছে যে, ভূপৃষ্ঠেব বিভিন্নরূপ জলাধার হইতে সর্বদা যে জলীয় বাষ্প উত্থিত হইতেছে তাহা বায়ুমণ্ডলে অদৃশ্যভাবে মিশিয়া আছে এবং বায়ুরও জলীয় বাষ্প ধারণ কবিতাব একটা নির্দিষ্ট সীমা আছে। যখন কোনস্থানেব বায়ু যতটুকু বাষ্প ধারণ করিতে পাবে, ঠিক ততটুকু ধারণ কবে, তখন সেই বায়ুকে সংপৃক্ত বায়ু বলে। এই সংপৃক্ততা বায়ুৰ উষ্ণতাৰ উপৰ নির্ভৰ কবে। বায়ু শীতল অবস্থায় যে পৰিমাণ জলীয় বাষ্প ধারণ কবিতে পাবে, উষ্ণ হইলে তদপেক্ষা অনেক অধিক পৰিমাণ বাষ্প ধারণ কবিয়া বাখে। শীতকালেব ভোৰ বেলায় যে কুয়াসা দেখা যায়, বেলা হইলে তাত্ৰ আৰ দেখা যায় না। ইহাব কাৰণ, বেলা বাড়িবাব সঙ্গে সঙ্গে বায়ুর উষ্ণতা বাড়ে এবং উহা অধিক বাষ্প ধারণ কবিতে সক্ষম হয়। স্নতবাং কুয়াসাব আকাৰে যে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জলকণা ভোৰেব ঠাণ্ডায় দেখা গিয়াছিল, তাহা বাষ্পে পৰিণত হইয়া অদৃশ্য হয়।

ঐরূপ আৰাব গৰম বায়ু যতটা বাষ্প ধৰিয়া বাখে, শীতল হইলে উহাই আৰ তত বাষ্প অদৃশ্যভাবে ধৰিয়া বাখিতে পাবে না। উপৰে এক পৰীক্ষায় দেখিযাছ, শীতল জলপূৰ্ণ গ্লাসেব বাহিৰেব গায়ে বিন্দু বিন্দু জল জমিয়া থাকে। উহাব কাৰণ, গ্লাসেব চতুপার্শ্বস্থ বায়ু শীতল গ্লাসেব সংস্পর্শে শীতল হয় ও ইহাব বাষ্প-ধারণ-ক্ষমতা কমিয়া যায়। যে বাষ্পটুকু ইহা আৰ ধৰিয়া বাখিতে পাবিল না, তাহাই জলবিন্দুৰ আকাৰ ধারণ কবে।

বায়ু গৰম হইলে অধিক বাষ্প ধারণ কবে কেন? বায়ু যতই গৰম হয়, ততই উহাৰ আয়তন বৰ্ধিত হয়, অর্থাৎ বায়ুৰ অণুগুলিৰ মধ্যে পৰস্পৰেব ব্যৱধান ততই বৃদ্ধি পায়। স্নতবাং পূৰ্বে অণুগুলিৰ ফাঁকে যে পৰিমাণ বাষ্প

থাকিতে পাবিত, আয়তন বৃদ্ধি পাইলে তদপেক্ষা অধিক পৰিমাণ বাষ্প থাকিতে পাবে ।

জলীয় বাষ্প বায়ু অপেক্ষা অনেক হাল্কা । সেই জন্তই উহা উপবে উঠিয়া বায়ুৰ সহিত মিশ্ৰিত হয় , অতএব জলীয় বাষ্প মিশ্ৰিত বায়ু শুষ্ক বায়ু অপেক্ষা লঘু হয় এবং উপবে উঠিতে থাকে । আবাব বায়ু যতই লঘু হয়, উহাৰ চাপও ততই কমিয়া যায় । স্তূতবাং যখন যেস্থানে বায়ুতে বহুল পৰিমাণে জলীয় বাষ্প মিশ্ৰিত থাকে, তখন সেই স্থানে ব্যাবোমিটাৰেৰ পাবদস্তম্ভেৰ উচ্চতা কমিয়া যায় । এইজন্ত বৰ্ষাকালে ব্যাবোমিটাৰে পাবদ নামিয়া যায় । যন্ত্ৰেৰ পাবদ অত্যধিক নামিয়া গেলে বুঝিতে হইবে যে, স্থানীয় বায়ুমণ্ডলেৰ চাপ অত্যন্ত কমিয়া গিয়াছে এবং অন্তঃস্থান হইতে অপেক্ষাকৃত শুষ্ক ও ভাবী বায়ু ছুটিয়া আসিয়া ঝড় তুলিতে পাবে । মানমন্দিৰে প্ৰত্যহ নিৰ্ম্মিত ভাবে ব্যাবোমিটাৰেৰ সাহায্যে বায়ুৰ চাপ দেখা হয় এবং তাহা হইতে আবহাওয়া সম্বন্ধীয় ঝড়বৃষ্টি প্ৰভৃতিৰ পূৰ্ব্ভাষ সাধাবণেৰ অবগতিৰ জন্ত প্ৰচাৰিত হইয়া থাকে ।

উষ্ণ বাতাসেৰ জলীয় বাষ্প প্ৰাকৃতিক কাৰণে ঠাণ্ডা হইলে কি হয় এইবাব বলিতেছি ।

পূৰ্বেই তোমাদিগকে বলা হইয়াছে যে উষ্ণ বায়ু যত বাষ্প ধারণ কৰিয়া বাগিতে পাবে, শীতল হইলে তাহা আব ততটা বাষ্প অদৃশ্যভাবে ধৰিষা বাগিতে পাবে না । ইহাৰ উদাহৰণও তোমবা পূৰ্বে পাইয়াছ , ফুটন্ত জলেৰ বাষ্পেৰ উপৰ ধৃত প্লেটে ও শীতল জলেৰ প্লাসেৰ গায়ে বাষ্প জমিয়া জলবিন্দুৰ আকাৰে দেখা দেয়, কেটলীৰ মুখ হইতে ফুটন্ত জলেৰ বাষ্প শীতল বায়ুৰ সংস্পৰ্শে জলকণাতে পৰিণত হইয়া কুয়াসাৰ মত দেখায় (৬১ নং চিত্ৰ দেখ) । প্ৰাকৃতিক উপায়ে বাতাস যখন শীতল হয়, তখন বায়ুৰ জলীয় বাষ্প এইভাবেই জলকণাব আকৃতি পায় । এই জলকণাকেই আমবা শিশিৰ, কুয়াসা, মেঘ ও বৃষ্টিৰ আকাৰে দেখি । এখন এইগুলিৰ সম্বন্ধে তোমাদিগকে একে একে বলিতেছি ।

শিশির—দিনের বেলায় সূর্য কিবণে বিভিন্ন জলাধার হইতে প্রচুর পরিমাণে বাষ্প উঠিয়া বায়ুমণ্ডলে ভাসিয়া থাকে। বাত্রে আকাশ পরিষ্কার থাকিলে ভূপৃষ্ঠ ও তদুপবিস্থ দ্রব্যাদি তাপ বিকিরণ করিয়া শীতল হয়। ঐ সকল শীতল বস্তুব সংস্পর্শে আসিয়া তন্নিকটস্থ বায়ুও শীতল হয়। তখন সেই বায়ু আব পূর্বেব জ্বাষ অধিক জলীয় বাষ্প ধরিয়া বাখিতে পাবে না, এবং উহাব উদ্ধৃত্ত জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হইয়া শীতল বস্তুব গাষে জলবিন্দুব আকাবে দেখা দেয়, ইহাবই নাম শিশির। অতএব দেখ, শিশিবেব জল বৃষ্টিব ফোঁটাব মত আকাশ হইতে পড়ে না, শীতল বস্তুব চাবিপার্শ্বস্থ জলীয় বাষ্পই বাত্রিব ঠাণ্ডায় জমিয়া শিশিবেব আকাব ধারণ কবে।

তবেই দেখা যাইতেছে, যে সকল বস্তু বাত্রিবালে শীঘ্র শীঘ্র তাপ ত্যাগ করিয়া শীতল হয় তাহাদেবই গাষে শিশিব অধিক পরিমাণে জমে। এইজন্তই ছব'দাস, গাছেব পাতা, কাল পাথব, ঘবেব চালেব টিন প্রভৃতিতে প্রচুর পরিমাণে শিশিব দেখা যায়। ইট, কাঠ প্রভৃতি শীঘ্র তাপ ত্যাগ করিয়া ঠাণ্ডা হইতে পাবে না, কাজেই উহাদেব উপব তেমন শিশিব জমে না।

মেঘলা বাত্রিতে বেশী শিশিব পড়ে না। আকাশে মেঘ থাকিলে পৃথিবী হইতে যে তাপ বিকিরিত হয়, তাহা মেঘে বাধা পাইয়া পুনবায় পৃথিবীতে ফিবিয়া আসে, তাই মেঘলা দিনে আমবা গবম বোধ কবি, চল্টি কথায ইহাকে গুমট্ বলে। ফলে তখন কোন জিনিষ অধিক ঠাণ্ডা হইতে পাবে না। বলিয়া কোনও পদার্থে শিশিব জমে না। অনুকূপ কাবণেই গাছতলায বা ঝোপেব ভিতব শিশিব দেখা যায় না।

আবাব প্রবল বাতাস বহিলেও বেশী শিশিব পড়ে না। কাবণ, ঘাস প্রভৃতি তাপ বিকিরণ দ্বাবা শীতল হইলেও উহাদেব উপবকান বায়ু, বাতাসেব জন্ত এক স্থানে স্থিব থাকিয়া শীতল হইতে পায় না, তজ্জন্ত জলীয় বাষ্পগুলি ঘনীভূত হইবার সুযোগ পায় না।

শীতকালে পৌষ মাঘ মাসে বায়ু খুব শীতল হওয়া সত্ত্বেও শিশিব যথেষ্ট

পরিমাণে দেখা যায় না। ইহাব কাবণ শীতকালের সূর্যতাপের অল্পত্ব হেতু বাতাসে জলীয় বাষ্প কম থাকে। আবার গ্রীষ্মকালে বায়ুর মধ্যে যথেষ্ট জলীয় বাষ্প থাকিলেও বাত্রে ভূপৃষ্ঠ যথোচিত শীতল হইতে না পাবায় শিশির জমিতে পাবে না। এখন তোমরা বুঝিতে পারিবে যে, কেন ভাদ্র আশ্বিন মাসে প্রচুর শিশির পড়ে।

ইহাও হয়ত লক্ষ্য করিয়া থাকিবে যে অন্তান্ত পদার্থ অপেক্ষা গাছপালাব পাতায় অধিক পরিমাণে শিশির জমিয়া থাকে। এই শিশির যে শুধু বায়ুহৃত বাষ্প হইতে জন্মে তাহা নহে; গাছের পাতা হইতেও কিয়ৎ পরিমাণে বাষ্প উঠিয়া থাকে। এই বাষ্প এবং বায়ুর বাষ্প উভয়ে ঘনীভূত হইয়া শিশিবেব আকাবে দেখা দেয়।

মোটের উপর দেখা গেল, বায়ু জলীয়-বাষ্প-বহন হইলে, আকাশ মেঘশূন্য থাকিলে, স্থির বায়ুতে উন্মুক্ত স্থানে, উত্তম তাপবিকিরণকারী পদার্থের উপর শিশির অধিক পরিমাণে জন্মে।

কুয়াসা—(mist) সাধারণত শীতের শেষে, প্রত্যুষে, মধ্যে মধ্যে কুয়াসা দেখা যায়। সময় সময় ইহা এত নিবিড় হয় যে, দুশ বাবো হাত দূরের বস্তুও দেখিতে পাওয়া যায় না। তোমরা বোধ হয় দেখিয়াছ, কুয়াসায় বাহির হইলে জামাকাপড় ভিজিয়া যায়, তাহাতে নিশ্চয় বুঝিয়াছ যে, কুয়াসা খুব ছোট ছোট জলকণা ব্যতীত আর কিছুই নয়।

যখন ভূপৃষ্ঠের নিকটবর্তী বায়ুবাশি, বায়ুমণ্ডলের উপরকার বায়ু অপেক্ষা অধিক শীতল হয়, তখন ইহাব জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হইয়া কুয়াসাব সৃষ্টি করে। কখনও কখনও জলীয়বাষ্পপূর্ণ গরম বাতাস, শীতল জল বা ভূমির সংস্পর্শে কুয়াসার উৎপত্তি করে।

বিস্তীর্ণ জলাশয় কিংবা জলাভূমির বায়ুতে কুয়াসা বেশী জন্মে। রাত্রে জল, বায়ু ও স্থল অপেক্ষা উষ্ণ থাকে, সেইজন্য ঐ সময় জল হইতে যথেষ্ট বাষ্প উত্থিত হইয়া উপরিস্থিত বায়ুকে প্রায় সংপৃক্ত করিয়া বাথে। ভোরের দিকে যখন

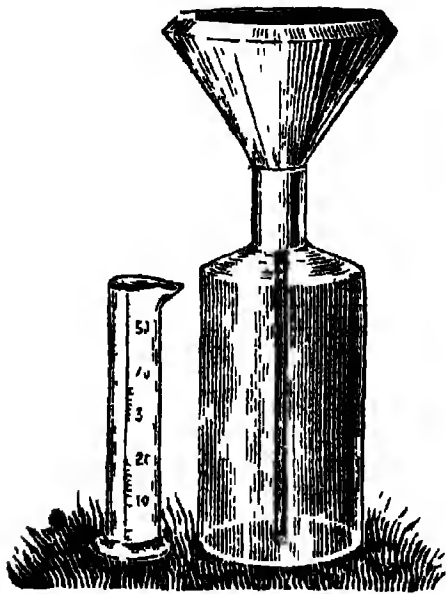
বাতাস খুব বেশী ঠাণ্ডা হয়, তখন ঐ বাষ্প শীতল হইয়া কুয়াসার সৃষ্টি করে। বেলা বাড়িবাব সঙ্গে সঙ্গে সূর্যোত্তাপে বায়ু ক্রমশ উত্তপ্ত হয়। উত্তপ্ত বায়ুর বাষ্পধারণক্ষমতা বেশী, সুতরাং কুয়াসা আকারেব জলকণা পুনরায় বাষ্পাকারে বায়ুর সহিত মিশিয়া যায় বলিয়া আমরা কুয়াসাকে ধীবে ধীবে অন্তর্হিত হইতে দেখি।

মেঘ ও বৃষ্টি—মেঘ ও কুয়াসার মধ্যে বিশেষ কোনও পার্থক্য নাই। ভূপৃষ্ঠ হইতে কিছু উপরে বায়ুবাশিৰ জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হইলে মেঘেব আকারে দেখা যায়। নানাবিধ জলাশয় হইতে যখন জলীয় বাষ্প উত্থিত হইয়া বায়ুর সহিত মিশ্রিত হয়, তখন এই জলীয়বাষ্পমিশ্রিত বায়ু লঘু হওয়ায় উপর দিকে উঠিতে থাকে। উপরেব বায়ু নিচেব বায়ু অপেক্ষা শীতল, তাহা তোমরা পূর্বেই শিখিয়াছ। এই জন্ত জলীয়বাষ্পমিশ্রিত বায়ু যতই উপরে উঠিতে থাকে, ততই শীতল হইতে শীতলতর হয়। অধিকন্তু, উপরেব বায়ু লঘু ও ইহাব চাপ কম বলিয়া উর্ধ্বগামী বাষ্পপূর্ণ বায়ু প্রসারিত হয়, তাহাতেও কিছু শীতল হয়। এই শীতল বায়ুর বাষ্পধারণক্ষমতা কমিয়া যাওয়ায় সম্পূর্ণ হইবাব পৰ যে অতিবিক্ত জলীয় বাষ্প থাকে, তাহাই জলকণায় পবিণত হইয়া মেঘের আকার ধারণ কবে। এই সকল জলকণা বায়ু অপেক্ষা গুরু বলিয়া নিচেব দিকে পড়িতে থাকিলে ভূপৃষ্ঠ হইতে উত্থিত উর্ধ্বগামী উষ্ণ বায়ুর সংস্পর্শে আসিয়া পুনরায় বাষ্পাকারে উপরে উঠে। উপরে উঠিয়া শীতল হইয়া আবার মেঘে পবিণত হয়। এইরূপ ক্রমাগত উঠানামা কবাব ফলে সহজে ইহাবা মাটিতে পড়িয়া যায় না। অধিকন্তু ইহাবা আকারে এত ক্ষুদ্র যে, বায়ুবাশিতে ভাসিয়াও বেড়াইতে পারে।

যখন এই ভাসমান জলকণাগুলি পবম্পব মিলিত হইয়া জলবিন্দুতে পবিণত হয়, তখন কিন্তু আর বায়ুতে ভাসিতে পারে না, নিচে পড়িতে থাকে। ইহাকেই আমরা **বৃষ্টি-পাত** বলি। যখন এই জলবিন্দু বায়ুর উচ্চস্তর হইতে পড়িতে থাকে, তখন পতনকালে নিচেব বায়ুস্তরগুলি হইতে জলীয় বাষ্প সংগ্রহ করিয়া আকারে

বর্ধিত হয় ; এই কাৰণে আমবা বড বড বৃষ্টিৰ ফোঁটা পড়িতে দেখি । ক'ল্লনও কখনও বা জলীয় বাষ্পপূৰ্ণ বায়ু, বাতাস দ্বাৰা চালিত হইয়া উচ্চ পৰ্বতগাত্ৰে প্ৰতিহত হইলে তাহাৰ জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হইয়া মেঘে পৰিণত হয় ; ক্ৰমে উহা হইতে বৃষ্টিপাত হয় । বৰ্ষাকালে ভাৰতমহাসাগৰ হইতে আগত মৌসুমী বায়ু যখন আসামেৰ পৰ তমালায় বাধা পায়, তখন ইহা আসাম, উত্তৰবঙ্গ ও পূৰ্ববঙ্গে প্ৰচুব পৰিমাণে বাৰি-বৰ্ষণ কৰে । পৃথিবীতে আসিতে আসিতে যদি জলেৰ ফোঁটা হঠাৎ বায়ুমণ্ডলেৰ এমন স্তৰে আসিয়া পৌঁছায় যেখানকাৰ বায়ু কোনও বিশেষ কাৰণবশত অধিক শীতল হইয়া গিয়াছে, তখন জলেৰ ফোঁটা শীতলতা পাইয়া জমিয়া বৰফ হইয়া পড়ে । কখনও বা উপবেৰ বায়ু এত বেশী ঠাণ্ডা হয় যে, বাষ্প জলবিন্দুতে পৰিণত হইবাৰ সঙ্গে সঙ্গেই বৰফেৰ আকাৰ ধাৰণ কৰিয়া ভূপৃষ্ঠে পড়ে , ইণ্ডেকেই শিলাবৃষ্টি বলে ।

কোনও দেশেৰ আৰ্থিক অবস্থা সেই দেশে বৃষ্টিপাতেৰ উপৰ বহুল পৰিমাণে



৬২ নং চিত্ৰ—বৃষ্টিমান যন্ত্ৰ

নিভব কৰে । বাৰিণ, বৃষ্টিৰ অভাব হইলে শস্যাদি জন্মিতে পাবে না, নদনদী শুকাইয়া যায় এবং জলপথে বাণিজ্য ছন্দব হইয়া উঠে । আৰাৰ অতি বৃষ্টিতেও মানুহেৰে নানাকপ কষ্ট হয় । এই সব অসুবিধাৰ প্ৰতিবিধান কৰিতে হইলে কোথায় কি পৰিমাণ বৃষ্টি হয়, তাহা প্ৰথমেই জানা উচিত ।

বৃষ্টিৰ পৰিমাণ নিৰ্ণয় কৰিবাৰ জন্ত যি যন্ত্ৰ ব্যবহৃত হয়, তাহাৰ নাম বৃষ্টিমান যন্ত্ৰ (Rain gauge) (৬২ নং চিত্ৰ)

সাধাৰণত একটা বড বোতল, একটা মাপিবাৰ গ্লাস ও একটা ফানেল, এই তিনিটিৰ সমষ্টিকে বৃষ্টিমানযন্ত্ৰ ধৰা হয় । বোতলটিৰ মুখে ফানেলটি বসাইয়া যে

স্থানে বৃষ্টি পড়িতে কোনও বাধা পায় না, এমন ফাঁকা জায়গায় বসাইয়া রাখা হয়। যাহাতে অত্ৰস্থানের জল কোনওরূপে ছিটকাইয়া ফানেলে পড়িতে না পাবে এবং যাহাতে কেবলমাত্র মেঘ হইতে যে জলের ফোঁটাগুলি পড়ে, তাহা একেবারে ফানেলে পড়ে, সে বিষয় লক্ষ্য রাখা উচিত। পরে বোতলে সঞ্চিত জল মাপিবাব গ্লাসে ঢালিয়া কত উচ্চ হয়, তাহা স্থির করা হয়। মাপিবাব গ্লাসের মুখ ও ফানেলের মুখ যদি সমান হইত, তবে গ্লাসে যত ইঞ্চি জল দাড়াইত, তাহাই ফানেলের মুখেব ক্ষেত্রফল পৰিমিত স্থানের উপব বৃষ্টিব পৰিমাণ হইত। কিন্তু সুবিধাব জন্ত মাপেব গ্লাসটিকে একপ লওয়া হয় যে, উহাব মুখেব ক্ষেত্রফল এক বর্গইঞ্চি এবং ফানেলের মুখেব ক্ষেত্রফল পাঁচ বর্গইঞ্চি। তাহা হইলে এক ইঞ্চি পৰিমাণ বৃষ্টি, মাপেব গ্লাসে পাঁচ ইঞ্চি উচ্চ হইবে, কিন্তু মাপেব গ্লাসেব সেখানে ১ ইঞ্চি দাগ দেওয়া থাকে। ইহাতে সুবিধা হয় যে এক ইঞ্চিব শতাংশ পৰিমাণ বৃষ্টিও ইহা হইতে সহজে নির্ণয় করা যাইতে পারে। এই যন্ত্ৰেব সাহায্যে প্রত্যেক দিনেব হইতে প্রত্যেক মাসেব ও প্রত্যেক মাসেব হইতে সাবা বৎসেবব গড় বৃষ্টিপাতেব পৰিমাণ পাওয়া যায়।

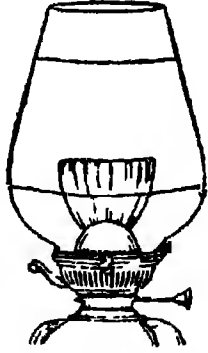
দেখা গিয়াছে যে, ভাবতবর্ষেব চেবাপুঞ্জী নামক স্থানে এবং প্রশান্ত মহাসাগবেব হাউই দ্বীপে অত্ৰাণ্ড স্থান অপেক্ষা বেশী বৃষ্টি হয়। কবমণ্ডল উপকূলে ও মাদ্রাজেও যথেষ্ট বৃষ্টি হইয়া থাকে।

বায়ুর উপর তাপের ক্রিয়া

জলন্ত উনানেব তাপে উহাব উপবেব বায়ুতে পৰিচালন ক্রিয়া আবন্ত হয়, একথা পূর্বেই বলিয়াছি। উনানেব উপব উষ্ণ বায়ুব স্রোত কয়লাব কণিকা সঙ্গে লইয়া ধোঁয়াব আকাবে উপবে উঠিতে থাকে, পাশেব শীতল বায়ু আসিয়া তাহাব স্থান অধিকার কবে

এইরূপে টেবিল ল্যাম্পেব চিমনীতেও বায়ুব পৰিচালন ক্রিয়া চলে। চিমনী মধ্যস্থ বায়ু আলোর শিখাব তাপে উত্তপ্ত হয় ও লঘু হইয়া উপরে উঠে। চিমনীর

তলাব ছিদ্রপথ দিয়া (৬৩নং চিত্র) বাহিবেব শীতল ঘন বায়ু চিমনীৰ মধ্যো প্রবেশ



৬৩নং চিত্র চিমনীৰ মধ্যো
বায়ু-প্রবাহ

কবে ও দীপ শিখাকে প্রজ্জ্বলিত বাখে। যদি ছিদ্রগুলি কোনওকপে বন্ধ কৰিয়া দেওয়া হয় তবে আলো নিভিয়া যায়। চিমনীৰ গৰম বায়ু যে উৰ্দ্ধে উঠে, তাহা পৰীক্ষা কৰিবাব ভন্তু চিমনীৰ কিছু উপবে হাত বাখিলে উৰ্দ্ধগামী উষ্ণবায়ু প্রবাহে হাতে তাপ লাগিবে। খুব পাতলা কাগজের ছোট ছোট টুকরা চিমনীৰ উপবে ছাডিয়া দিলেও দেখিবে যে, তাহাবা এই বায়ুশ্রোতে উপব দিকে উঠিয়া যাইতেছে।

বলকাবখানাতে বড বড এঞ্জিনেব ধোঁয়াও এইকপে লম্বা লম্বা চিমনী দিয়া বাহিব হইয়া যায়।

উত্তপ্ত হইলে বায়ুতে কিরূপ শ্রোত জন্মে তাহা পবেব পৰীক্ষা হইতে জানা যাইবে। একটি অগভীর পাত্র, কিছু জল, একটি মোমবাতি, একটি কাচের চিমনী, Tএব মত ভাবে কাটা একটি বোর্ড বোর্ডেব খণ্ড, ত্রাকডাব বা কাগজের নলিতা ও দেশলাই ইত্যাদি লইয়া নিম্নে বর্ণিত ভাবে পৰীক্ষাটি কৰ (৬৪নং চিত্র)।

পরীক্ষা :-

যাহা করিতে হইবে

১। অগভীরপাত্রে বাতি জালিয়া অঁটিয়া বসাইতে হইবে ও পবে ঐ পাত্রে জল ঢালিয়া দিতে হইবে।

২। বাতিটির উপর দিয়া চিমনীটি ঢুকাইয়া জল পর্যন্ত ডুবাইয়া বসাও এবং কিছুক্ষণ অপেক্ষা কর।

যাহা দেখা যাইবে

বাতি জলিতে থাকিবে।

বাতির শিখা ক্রমে নিম্নতর হইতে থাকিবে।

মন্তব্য

চিমনীৰ ভিতরের বায়ু উত্তপ্ত হইয়া বাহিবে আসিতে থাকিবে এবং সেই একই পথে বাহিরের বায়ু ভিতরে প্রবেশ করিতে পায় না। কাজেই অক্সিজেন গ্যাসের অভাব ঘটে

যাহা করিতে হইবে

৩। এইবার কার্ড বোর্ডটি এমনভাবে চিম্ননীর মুখে বসাত্তে যেন উহাৰ পা চিম্ননীর ভিতৰে এবং বাহ্য ছুইটি চিম্ননীর উপরে থাকে।

৪। শ্ৰাকট্টা বা কাগজের সলিতা পোড়া চিম্ননীর মুখে ধব।

যাহা দেখা যাইবে

বাতিটি উজ্জ্বল হইয়া জলিবে।

উহাৰ ধোঁয়া কার্ড বোর্ডের এক পাশ দিয়া চিম্ননীর ভিতর প্রবেশ করিবা অপর দিক দিয়া বাহির হইয়া আসিবে।

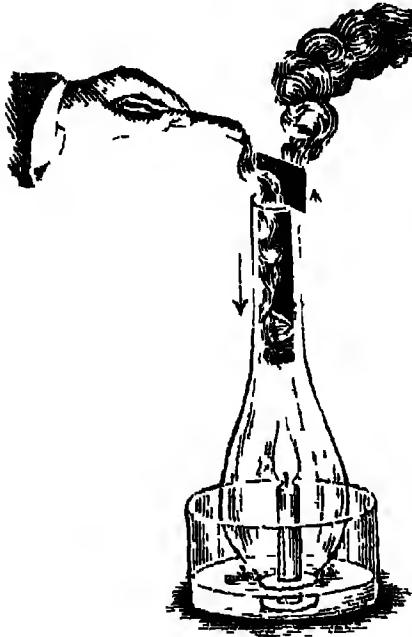
মন্তব্য

বায়ু হইতে অক্সিজেন বাতির নিকটে আসিতে থাকিবে।

যে দিক দিয়া সলিতার ধোঁয়া চিম্ননীর ভিতরে যায় সেই দিক দিয়া বাহিরেব শীতল বায়ু উহাৰ মধ্য প্রবেশ করে এবং অপর দিক দিয়া উত্তপ্ত বায়ু বাহির হইয়া আসে।

নিম্নে পৰীক্ষাটির চিত্র দেওয়া হইল।

পূর্ব পৃষ্ঠাব পৰীক্ষাটি ছুইটি চিম্ননীওয়ালা একটি বদ্ধ কাঠের বাস্ত্রের সাহায্যেও দেখান যায় (৬৫ নং চিত্র)। জলন্তবাতিটি দেখিবাব জন্য কাঠের বাস্ত্রের একটি দিক কাচ দিয়া প্রস্তুত করিয়া লইতে হয়। এইরূপ বাস্ত্রের চিত্র দেওয়া গেল

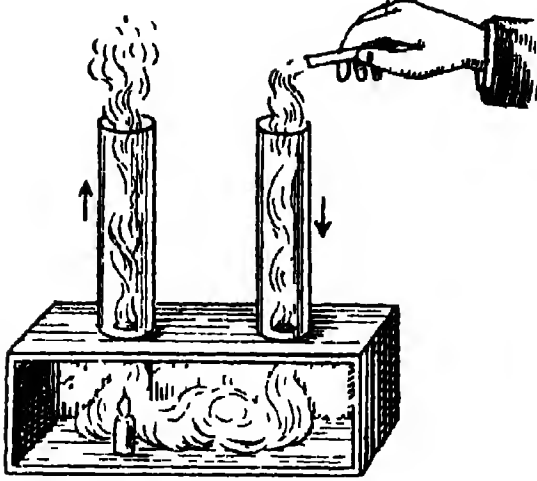


৬৪নং চিত্র—বায়ু প্রবাহ

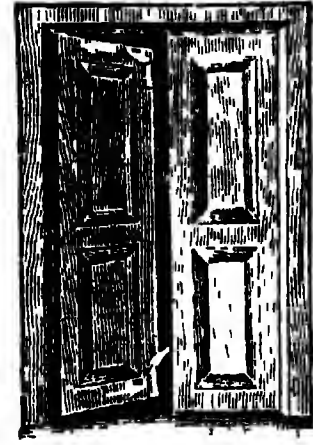
হয়। বাহিরেব অপেক্ষাকৃত শীতল ও ঘন বায়ু দববজা-জানালাব ফাঁক দিয়া

আগুন না থাকিলেও ঘবেব মধ্যে এইরূপে একটি বায়ুপ্রবাহ চলে। ঘবেব লোকজনের শ্বাসপ্রশ্বাসে বায়ু উত্তপ্ত হয় এবং লঘু হইয়া উপরে উঠে। এই উষ্ণ বায়ুব বহির্গমনেব জন্য পাকাবাড়ীতে কড়িৰ কাছে দেওয়ালে বড় বড় চিহ্ন রাখা

ভিতরে প্রবেশ কবে। এইকপে ঘবে কাঁয়ু চলাচল করে। ইহাও তোমরা



৬৫নং চিত্র—বায়ুপ্রবাহ



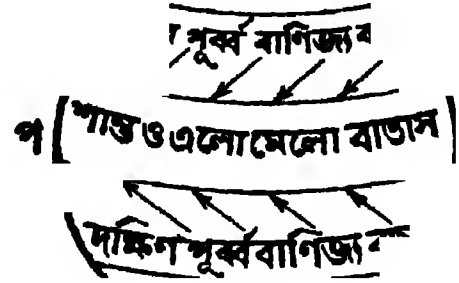
৬৬নং চিত্র—ঘরে বায়ুচলাচল

পরীক্ষা করিয়া দেখিতে পার। ঘরের সমস্ত দরজা, জানালা বন্ধ করিয়া দরজার একটি কপাট তিন চাবি আঙ্গুল ফাঁক করিয়া রাখ। একটি জলন্ত বাতি ঐ কপাটটির উপর দিকে ফাঁকের কাছে ধর। দেখিবে, দীপশিখাটি গোলা দরজার বাহিরের দিকে বাকিয়া গিয়াছে। পূর্বে বাতিটি কপাটের তলায় ফাঁকের কাছে ধরিলে দেখিবে, ইহাও শিখা বাকিয়া ঘরের ভিতরদিকে হেলিয়া বহিয়াছে (৬৬নং চিত্র) কেন একপ হয় তোমরা সহজেই বুঝিতে পারিতেছ।

কোনও বাড়ীতে আগুন লাগিলে সেই স্থানে বাতাস প্রবলবেগে বহিতে থাকে। এবং ঐ প্রবল বাতাসের জন্য ঘর বাড়ী এত শীঘ্রই পুড়িয়া যায় যে, তাহাকে বন্ধ করিবার অবসর খুব কমই পাওয়া যায়। বাতাস প্রবল হইবার কারণ, এক সঙ্গে অনেকখানি স্থান ব্যাপিয়া বায়ু গরম হইয়া উপরে উঠিতে থাকে। এই বিস্তীর্ণ স্থান পূর্ণ করিবার জন্য চাবিদিকের বায়ু প্রবল বেগে ছুটিয়া আসে।

যেমন আগুনের তাপে বায়ু প্রবাহের সৃষ্টি হয়, সূর্যের তাপেও পৃথিবীর উপর সেইরূপ বহুদূরব্যাপী বায়ুপ্রবাহ উৎপন্ন হয়। এই বায়ুপ্রবাহ ভিন্ন ভিন্ন নামে অভিহিত, যথা—বাণিজ্যবায়ু, মৌসুমীবায়ু, স্থলবায়ু ও সমুদ্রবায়ু।

সূর্যের বশি নিবক্ষপ্রদেশে খাড়া হইয়া পড়ে এবং উহাব দুই পার্শ্বে নাতিশীতোষ্ণ প্রদেশে ও মেকপ্রদেশে তির্যকভাবে পড়ে, সুতবাং শেবোক্তস্থান অপেক্ষা নিবক্ষ-প্রদেশ অধিকতর উষ্ণ হয়। এইজন্য নিবক্ষপ্রদেশের বায়ু উত্তপ্ত হইয়া উপর দিকে উত্তীর্ণ হয় এবং দুই পার্শ্ববর্তী দেশ হইতে বায়ুবাশি নিবক্ষপ্রদেশে ছুটিয়া আসে, কিন্তু পৃথিবীর নিজের আবর্তন আছে বলিয়া আমরা উহাদিগকে ঠিক উত্তর ও দক্ষিণ দিক হইতে আসিতে দেখি না। পৃথিবী নিজের মেরুদণ্ডের উপর পশ্চিম হইতে পূর্বদিকে ঘুরিতেছে



৬৭নং চিত্র—বাণিজ্যবায়ু

এবং সঙ্গে সঙ্গে পৃথিবীর উপবিস্তৃত বায়ু ঘুরিতেছে। কিন্তু নিবক্ষ-প্রদেশের বায়ু যে বেগে ঘুরিতেছে, তাহাব উত্তর ও দক্ষিণ-দিকের বায়ু তদপেক্ষা কম বেগে ঘুরিতেছে। ফলে উত্তর ও দক্ষিণদিক হইতে আগত বায়ু যথাক্রমে উত্তরপূর্ব ও দক্ষিণপূর্ব কোণ হইতে আসিতেছে বলিয়া মনে হয় (৬৭নং চিত্র)। বহুপূর্বে যখন কলের জাহাজ আবিষ্কৃত হয় নাই, তখন নাবিকগণ এই বায়ুতে পাল তুলিয়া দিয়া জাহাজ চালাইত। তাহাতে বাণিজ্যের সুবিধা হইত বলিয়া, এই বায়ু নাম **বাণিজ্য-বায়ু (Trade wind)**। ইহা বৎসরের প্রায় সকল সময়েই বহে।

মৌসুমী বায়ু (Monsoon) নামে একপ্রকার সাময়িক বায়ু ভাবতবর্ষের উপর দিয়া প্রবাহিত হয়। ইহা সাধারণত গ্রীষ্মের শেষে জ্যৈষ্ঠ আষাঢ় মাসে এবং পুনরায় শীতকালে বহিয়া থাকে। গ্রীষ্মকালে সূর্য কর্কটক্রান্তির নিকটবর্তী স্থানের উপর লম্বভাবে কিরণ দেয়। সুতবাং মধ্যএসিয়া ও ভাবতবর্ষের ভূভাগ, দক্ষিণে ভাবতমহাসাগরের জল অপেক্ষা অনেক বেশী উত্তপ্ত হয়। ইহাব ফলে ভাবতমহাসাগর হইতে বায়ুপ্রবাহ উক্ত ভূভাগের দিকে অগ্রসর হয়; কিন্তু

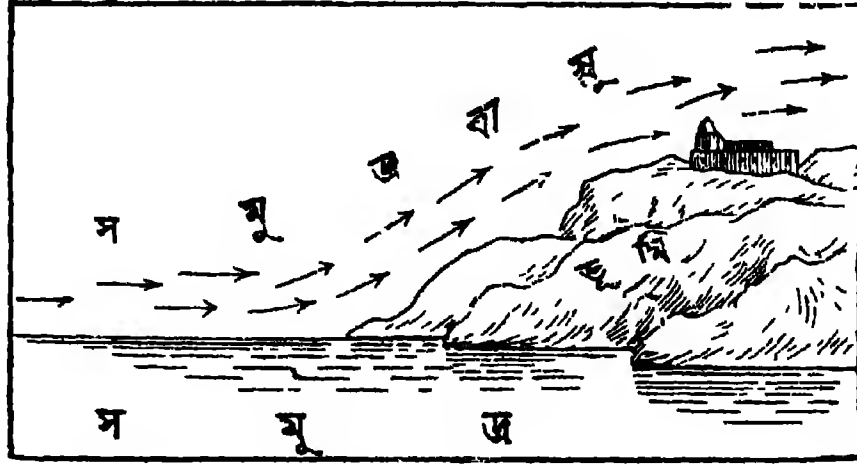
পৃথিবীর আফ্রিকগতিৰ জন্ত উক্ত বায়ুকে দক্ষিণপশ্চিম দিক হইতে প্রবাহিত হইতে দেখা যায়। ইহা ভাবতমহাসাগৰেৰ উপৰ দিয়া আসিৰাব সময় প্রচুব জলীয় বাষ্প সংগ্ৰহ কৰে এবং ভাবতবৰ্ষেৰ দক্ষিণ-পশ্চিম উপকূলে পশ্চিমঘাট পৰ্বতশ্ৰেণীতে বাধা পাইয়া মালাবৰ উপকূলে প্রচুব বাৰি-বৰ্ষণ কৰে। বঙ্গোপসাগৰেৰ উপৰ দিয়া প্রবাহিত মৌসুমী বাতাস আমাদেৰ বঙ্গদেশে প্রবেশ কৰে এবং পৰে আসামেৰ পৰ্বতমালায় প্রতিহত হইয়া আসাম, উত্তৰবঙ্গ ও পূৰ্ববঙ্গে বথেষ্ট বৃষ্টিপাত কৰে। বস্তুত অসামেৰ চেৰাপুঞ্জী প্রদেশে যত বৃষ্টিপাত হয়, ভাবতবৰ্ষেৰ আৰ কোনও স্থানে তত বৃষ্টি হয় না।

শীতকালে সূৰ্যেৰ দক্ষিণাষণে অবস্থিতি বশত ঠিক ইহাৰ বিপৰীত ব্যাপাব ঘটিয়া থাকে। সূৰ্য মৰুবক্রান্তিৰ নিকটবৰ্তী স্থানে গায় মাথান উপৰে থাকে। সূতবাং এই সময়ে মধ্যএশিয়া হইতে শীতল বায়ু সমুদ্রেৰ দিকে বহিতে থাকে। আমাদেৰ উত্তৰে বিস্তীৰ্ণ জলভাগ নাই বলিয়া এই বায়ু শুষ্ক। এইজন্য শীতকালেৰ ঠাণ্ডা উত্তৰে হাওয়ায় আমাদেৰ দেশে বৃষ্টি হয় না, কিন্তু এই বায়ুই বঙ্গোপসাগৰেৰ উপৰ দিয়া গিয়া পূৰ্বঘাট পৰ্বতশ্ৰেণীতে বাধা পাইয়া গাদ্ৰাজ প্রদেশেৰ দক্ষিণপূব উপকূলে ও সিংহলে বাৰিবৰ্ষণ কৰে।

সূৰ্যেৰ কিবণ সমুদ্র ও ভূমিৰ উপৰ পতিত হইয়া উভয়ৰেই উত্তপ্ত কৰে। কিন্তু স্থলভাগ যত শীঘ্ৰ উত্তপ্ত হয়, জল তেমন হয় না, এবং একবাৰ উত্তপ্ত হইলে জল শীঘ্ৰ তাপত্যাগ কৰিয়া শীতল হইতে চায় না। কলে আমবা সমুদ্রেৰ নিকটবৰ্তী স্থানে প্রতিদিনই সমুদ্রবায়ু ও স্থলবায়ু নামে দুইপ্রকাৰ বায়ুপ্রবাহ দেখিতে পাই।

প্ৰায় মধ্যাহ্নকাল হইতে সন্ধ্যাব পৰ কিছুক্ষণ পৰ্যন্ত স্থলভাগ সমুদ্র অপেক্ষা অধিক উত্তপ্ত হইয়া থাকে। উত্তপ্ত স্থলভাগেৰ সংস্পৰ্শে উহাৰ উপবিস্তৃত বায়ু উত্তপ্ত হয় এবং লঘু হইয়া উপৰে উঠিয়া যায়। উহাৰ স্থান পূৰ্ণ কৰিবাব জন্ত সমুদ্রেৰ উপবিস্তৃত অপেক্ষাকৃত শীতল এবং ঘন বায়ু স্থলভাগেৰ দিকে ধাবিত হয় (৬৮নং চিত্ৰ), এই বায়ুকে **সমুদ্রবায়ু** (Sea-breeze) বলে। কলিকাতা সমুদ্র হইতে প্ৰায় ৭০।৮০ মাইল দূৰে অবস্থিত হইলেও বসন্ত এবং গ্ৰীষ্মকালে

তথায়ক্ষিণাদিক হইতে যে স্নিগ্ধ সন্ধ্যাবায়ু প্রত্যহ প্রবাহিত হয়, তাহা সমুদ্রবায়ু ভিন্ন আর কিছু নহে। বাত্রি আসিলে স্থলভাগ বিকিরণ দ্বারা শীঘ্র শীঘ্র তাপ ত্যাগ করিতে থাকে, এবং প্রায় মধ্যরাত্রি হইতে প্রাতে কিছুক্ষণ পর্যন্ত সমুদ্র স্তন্যাপেক্ষা গরম থাকে। এইজন্য স্থলভাগ হইতে সমুদ্রাভিমুখী যে বায়ুপ্রবাহের



৬৮নং চিত্র—সমুদ্র বায়ু

সৃষ্টি হয়, তাহাকে স্থলবায়ু (Land-breeze) বলে। ৬৮নং চিত্রে তীব্রগুলিব মুখ ঠিক বিপরীত দিকে উল্টাইয়া দিলে স্থলবায়ুর গতিচিত্র পাওয়া যাইবে। সমুদ্রোপকূলে দাড়াইলে এই স্থলবায়ু, কাপড়, চাদর প্রভৃতি সমুদ্রাভিমুখে উড়াইয়া লইয়া যায়। (৬৯নং চিত্র)।

ভূভাগেব নিকট সমুদ্র ভিন্ন বড় হ্রদ বা নদ নদী প্রভৃতি বিস্তীর্ণ জলাশয় থাকিলেও এই একই কাবণে সেখানেও এইরূপ বায়ু প্রবাহ হইয়া থাকে।

চৈত্র বৈশাখ মাসে পথ চলিতে চলিতে তোমরা দেখিয়াছ, বেলা ১০টা বাজিতে না বাজিতেই মাটি এত উত্তপ্ত হয় যে, খালি পায়ে চলিলে পা যেন পুড়িয়া যায়, অথচ পুকুরের জল তখন বিশেষ গরম হয় না। কিন্তু সন্ধ্যাব সময় ইহাব বিপরীত ব্যপাব দেখা যায়। মাটি তখন ঠাণ্ডা হইয়া আসে, কিন্তু গা ধুইবাব জন্য পুকুরে নামিলে জল বেশ গরম লাগে। জল ও স্থল উভয়েই সূর্য্য বিকিরণ পাইয়া গরম হয় কিন্তু জল অপেক্ষা স্থল শীঘ্র উত্তপ্ত হয়।

তোমরা খানিকটা মাটি, এক আঁচলা বালি ও এক আঁচলা জল এক একটি পাত্রে লইয়া বোদ্রে বাধিয়া দাও। আধঘণ্টা পরে পরীক্ষা করিলে দেখিবে যে,



৩৯নং চিত্র—স্থলবায়ু

মাটি যত গরম হইয়াছে, বালি তদপেক্ষা অধিক গরম হইয়াছে, জল কিন্তু বিশেষ গরম হয় নাই। সাধারণত কঠিন পদার্থ তবল পদার্থ অপেক্ষা শীঘ্র উত্তপ্ত হয়।

আবার, যে দ্রব্য তাড়াতাড়ি তাপশোষণ করিয়া গরম হয়, তাহা তেমনই তাড়াতাড়ি তাপবিকিরণ করিয়া ঠাণ্ডাও হয়। স্বতবাং মাটি জলাপেক্ষা যেমন তাড়াতাড়ি গরম হয়, তেমনই জলাপেক্ষা তাড়াতাড়ি তাপ-ত্যাগ করিয়া ঠাণ্ডা হয়। পক্ষান্তরে, জল গরম হইতে যেমন বেশী সময় লয়, একবার গরম হইলে ঠাণ্ডা হইতেও উহা তেমনই বেশী সময় লয়। এইজন্য ডাক্তাবেবা নিউমোনিয়া রোগীকে বৃকে তাপ দিবার জন্ত রবাবেব খলি গরম জলে পূর্ণ করিয়া সেক দিতে ব্যবস্থা দেন, বহুক্ষণ ধরিয়া মুহু তাপ দিবার ইহাই প্রশস্ত উপায়।

জল যে স্থল অপেক্ষা বিলম্বে উত্তপ্ত হয়, তাহার কারণ কি? প্রথমত বিভিন্ন

পদার্থের তাপ-শোষণ-ক্ষমতা বিভিন্ন। যদি সমান ওজনের বিভিন্ন দ্রব্য সমপরিমাণ তাপে উত্তপ্ত করা যায়, তাহা হইলে দেখা যায় যে বিভিন্ন দ্রব্য বিভিন্ন পরিমাণে উষ্ণ হয়। এক সেব জলকে এক ডিগ্রী উষ্ণ করিতে যে তাপের প্রয়োজন হয়, সেই তাপেই এক সেব লোহা প্রায় নয় ডিগ্রী উষ্ণ হয়। দ্বিতীয়ত জল হইতে যে বাষ্পোৎসর্গ হয়, তাহাতেও সূর্যোত্তাপের কিয়দংশ ব্যয়িত হয়। তৃতীয়ত সূর্যকিরণ যে তাপ দিতেছে, তাহাব কিয়দংশ জলতল হইতে প্রতিফলিত হইয়া যায়, কিন্তু স্থলে তাহাব অতি অল্পাংশই প্রতিফলিত হয়।

সমুদ্রনিকটবর্তী স্থানে গ্রীষ্মকালে যখন স্থলভাগ উত্তপ্ত থাকে, তখন সমুদ্র শীতল এবং শীতকালে স্থলভাগ যখন শীতল, তখন সমুদ্র উষ্ণ থাকে। এইজন্য সমুদ্রনিকটবর্তী স্থান নাতিশীতোষ্ণ, অর্থাৎ গ্রীষ্মে খুব গরম হয় না, এবং শীতে তত শীতল হয় না। এইজন্য পূর্বা, ওয়ার্নেটোয়াব, গোপালপুর প্রভৃতি স্থানে কি শীত কি গ্রীষ্ম সকল সময়েই লোক বায়ু-পরিবর্তনে যাইয়া থাকে।

মাটি অপেক্ষা পাথর শীঘ্র উত্তপ্ত ও শীতল হয় বলিয়া পাথরে দেশ শীতকালে যেমন ঠাণ্ডা গ্রীষ্মকালে তেমনই গরম।

স্থল ও জল সূর্যকিরণে বিভিন্ন পরিমাণে উত্তপ্ত হওয়ায় যে বায়ু-প্রবাহের সৃষ্টি করে, তাহাব বিষয় তোমাদিগকে এইবার বলিব।

পৃথিবীর উপর বায়ু ও তাপের ক্রিয়া

সমুদ্র হইতে সূর্যোত্তাপে বহুলপরিমাণে জলীয় বাষ্প উত্থিত হইয়া বাতাসেব সাহায্যে স্থলভাগের দিকে চালিত হইয়া ঠাণ্ডা হইলে বৃষ্টিপাত করে। সেই বৃষ্টিতে কত দেশ শস্যশ্রামল ও উর্বর হয়, নদনদী পুষ্ট হয় ও স্থানীয় আবহাওয়া শীতল হয়। বাতাস না থাকিলে বাষ্প চালিত হইত না, যেখান হইতে উঠিত কেবল সেইখানেই বৃষ্টিপাত করিত। পৃথিবীর ভূভাগ বৃষ্টি অভাবে মরুভূমিতে পরিণত হইয়া মনুষ্যবাসের অযোগ্য হইত।

বায়ুপ্রভাবে সমুদ্র এবং অন্যান্য বিস্তীর্ণ জলাশয়ে তবঙ্গ উৎপন্ন হয়। বায়ু যতই বেগে বহে, তবঙ্গও তত প্রবল হয়। ভোমবা নদীৰ ঢেউ দেখিয়াছ, স্রবিধা পাইলে সমুদ্রের ঢেউ কিরূপ বড় হয় দেখিও।

তাপ ও বাতাসের সমবেত ক্রিয়ায় সমুদ্রে এক প্রকার স্রোতের সৃষ্টি হয়, তাহাকে **সমুদ্রস্রোত** (Ocean current) বলে। গ্রীষ্মমণ্ডলে প্রথমে সূর্যকিরণে সমুদ্রের জল উত্তপ্ত হইয়া ফাঁপিয়া উঠে, আবার মেকপ্রদেশে দাক্ষিণ শীতে সমুদ্রজল শীতল ও গুরু হইয়া থাকে। বাতাসের সহযোগে গরম সমুদ্রজল গ্রীষ্মমণ্ডল হইতে মেকপ্রদেশের দিকে চালিত হয় এবং মেকপ্রদেশের শীতল জল সমুদ্রগর্ভ হইতে মেকপ্রদেশের দিকে চালিত হয় এবং মেকপ্রদেশের শীতল জল সমুদ্রগর্ভ দিয়া গ্রীষ্মমণ্ডলের দিকে আইসে। এই উপরের ও নিচের সমুদ্রস্রোত সাধারণত মন্তব-গতিতে চলিয়া থাকে। কিন্তু আমেরিকার মেক্সিকো প্রদেশ হইতে যে জলস্রোত আটলান্টিক মহাসাগর পাব হইয়া, ইউরোপের পশ্চিমদিক দিয়া মেকপ্রদেশের দিকে আইসে তাহা অতিশয় প্রবল। দক্ষিণ আটলান্টিক মহাসাগরের উপর দিয়া যে মোসুমী বায়ু মেক্সিকো প্রদেশাভিমুখে ধাবিত হয়, তাহা মেক্সিকো উপসাগরের জলবাণিকে সমধিক উচ্চ করিয়া তোলে। সঙ্গে সঙ্গে ঐ জল সূর্যের প্রথম কিরণে গরম হইয়া উঠে। এতদুভয় কাৰণে ঐ জলবাণি আটলান্টিক মহাসাগরের ভিতর দিয়া সবেগে বহিয়া যায়। তখন এই উচ্চ জলস্রোতকে সমুদ্রমধ্য দিয়া প্রবাহিত একটি প্রশস্ত নদীবই মত মনে হয়। পার্শ্বস্থ জলবাণি হইতে ইহা স্বাদ, বর্ণ ও উচ্চতা বিভিন্ন।

তাপ ও বায়ু-প্রবাহের ফলে পৃথিবীর ভূভাগেও নানা পরিবর্তন সাধিত হয়। ভূভাগকে আমরা বৃক্ষলতাदिশোভিত সমতলভূমি, সু-উচ্চ পর্বত-ভূমি ও উষ্ম মরুভূমি এই তিন ভাগে মোটামুটি ভাগ করিতে পারি।

সূর্যের তাপে শিলাবাণি যখন উত্তপ্ত হয়, তখন ইহা প্রস্তর সমূহ অন্যান্য পদার্থেবই ত্রায় উত্তপ্ত ও প্রসাৰিত হয়, আবার শীতে শীতল ও সঙ্কুচিত হয়। কিন্তু প্রস্তর উত্তম তাপ-পরিবাহক নহে এবং বিভিন্ন খনিজ পদার্থে গঠিত

বলিয়ারী ইহাব সকল অংশ সমান প্রসাৰিত বা সঙ্কুচিত হয় না, ফলে উভয় সময়েই ইহা ফাটিয়া যায়। আৰাব এই ফাটলেব মধ্যে যখন জল প্ৰবেশ কৰিয়া শীতে বৰফ হয়, তখন জলাপেক্ষা বৰফেব আয়তনবৃদ্ধি হেতু ফাটল্ আৰও বাৰ্দ্ধিতে থাকে। এইৰূপে পাহাডেব প্ৰস্তব খণ্ড ক্ৰমশ ভাঙ্গিয়া ও খসিয়া নিচে পড়িতে থাকে। কালে প্ৰস্তবখণ্ড গুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশে বিভক্ত হইয়া বালুকণায় পৰিণত হয়। ইহাব কতকাংশ মাটিব সহিত মিশিয়া যায়, কতকাংশ বায়ু দ্বাৰা চালিত হইয়া অগ্ৰস্থানে নীত হয়।

বৃক্ষলতাৰহুল সমতলভূমিতে একপ ভাবে ভাঙ্গন হয় না। বৃষ্টিব জন্তু এখানকাৰ ভূমি ন্যূনাধিক আৰ্দ্ৰ থাকে এবং গাছপালায় ভূমি আৰুত থাকে। এইজন্তু বাতাসে ইহাব ধূলিকণা সহজে ইতস্তত বিক্ষিপ্ত হইতে পাৰে না। কিন্তু বায়ু যখন ঝড়েব আকাৰে জোৰে বহিতে থাকে, তখন ইহা গাছপালা উপড়াইয়া, দলবান্ধী ভাঙ্গিয়া ও ধূলি উড়াইয়া ক্রুদ্ধ দৈত্যেব মত প্ৰলয় কাণ্ড কৰিয়া থাকে।

উন্মুক্ত মৰুভূমিতে ঝড় উঠিলেই বৃক্ষলতাদিৰ অভাবে প্ৰভূত বালুকণা একস্থান হইতে স্থানান্তৰে নীত হয়। এইৰূপে মৰুভূমিৰ মধ্যে এবং তাহাব নিকটবৰ্তী স্থানে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বালিৰ পাহাড় জমিতে দেখা যায়। কখনও কখনও মৰুভূমি বা সমুদ্ৰতীৰ হইতে বাহিত বালুকণা শস্ত্ৰ-শ্ৰামল প্ৰান্তৰে পড়িয়া তাহাকে মৰুভূমিতে পৰিণত কৰে। আৰাব কখনও বা এই বালুবাণি প্ৰবল ঝড়েব দ্বাৰা বাহিত হইয়া পৰ্বতগাত্ৰে প্ৰতিহত এবং উভয়েব সংঘৰ্ষণে পাহাডেবও ক্ৰমশ ক্ষয় হইতে থাকে।

বাহিৰেব তাপেব দ্বাৰা পৃথিবীৰ উপৰিভাগে যেকপ পৰিবৰ্তন হয়, তাহা দেখিলে। আৰাব পৃথিবীৰ অভ্যন্তৰিক তাপেব দ্বাৰাও ভূস্তৰে নানা পৰিবৰ্তন সাধিত হয়। পাণ্ডতেবা বলেন যে, পৃথিবী তাহাব জন্মসময়ে একটি জ্বলন্ত বাষ্প-গোলকেব আকাৰে ছিল। ক্ৰমে তাপ বিকিৰণ কৰিয়া উহাব উৰবিভাগ শীতল ও কঠিন হইয়া পড়িয়াছে, কিন্তু অভ্যন্তৰভাগ উত্তপ্তই বহিষাছে। ভূপৃষ্ঠেব কঠিন আবৰণেব চাণে ইহাব অভ্যন্তৰে সকল পদাৰ্থই তবল অবস্থায় আছে।

উপব হইতে নিচে পর্যন্ত কোনকণ পথ পাইলেই গলিত ধাতবপদার্থ, কঁদম্ব ইত্যাদি নির্গত হয়। আগ্নেয়গিৰিব অগ্ন্যুৎপাতেব সময় গলিত ধাতবপদার্থাদি প্রবলবেগে নির্গত হইয়া থাকে। কখনও বা গলিত-ধাতু-প্রবাহ পৰ্বতগাত্ৰ বাহিয়া নামিয়া আসিয়া গ্রামেব পৰ গ্রাম ধ্বংস কৰিয়া ফেলে। আবার সময় সময় ভূগর্ভস্থ এই গলিত পদার্থ উপবে আসিবার পথ না পাইলে প্রবলবেগে আলোড়িত হইয়া ভূতল কম্পিত কৰে, ভূকম্পনেব ইহা অন্ততম কাৰণ। ইহা দ্বাৰাও ভূপৃষ্ঠেব কত আকস্মিক পৰিবৰ্তন হয়, কত স্থানে সমুদ্রগৰ্ভ উন্নত হইয়া উচ্চ স্থলভূমিতে পৰিণত হয়, আবার কোথাও পৰ্বত বসিয়া গিয়া সমুদ্রেব সৃষ্টি কৰে। এই সকল বিষয় ভূ-তত্ত্বে পড়িবে।

সংক্ষেপ :—পদার্থেব অণুগুলিব স্পন্দনেব বেগেব উপব ইহাব উষ্ণতা নির্ভব কৰে। তাপ প্রয়োগ কৰিলে পদার্থেব আয়তন বৃদ্ধি পায়, উষ্ণতা বৃদ্ধি ঘটে ও অবস্থান্তৰ ঘটিতে পাবে। বিভিন্ন পৰিমাণে উষ্ণ দুইটি পদার্থ যোগ কৰিয়া দিলে যতক্ষণ না দুইটি বস্তু একই উষ্ণতা প্রাপ্ত হয় ততক্ষণ অধিকতর উষ্ণপদার্থ হইতে কম উষ্ণ পদার্থে তাপ চলিতে থাকে। তাপ ও উষ্ণতা একার্থ-বোধক নহে। তাপেব ফলে উষ্ণতা বৃদ্ধি হয়। উষ্ণতা কম বা বেশী স্পর্শশক্তি দ্বাৰা সকল সময় ধরা যায় না বলিয়া থার্মিটাব সাহায্যে উহাব পৰিমাণ জ্ঞানিতে হয়। থার্মিটাব বিভিন্ন প্রকাৰ ব্যবহাবেৰ জন্ত বিভিন্ন ভাবে গঠিত—উহাদেব উষ্ণতাজ্ঞাপক অঙ্কগুলি তিন প্রকাৰেব, তন্মধ্যে সেটিগ্রেড্ ও ক্যারেনহিট মত অধিক প্রচলিত। পৰিবহন পৰিচালন, এবং বিকিরণ এই তিন প্রকাৰ উপায়ে তাপ চলাচল কৰে। সকল পদার্থেব তাপ পৰিবাহিতা সমান নহে। তাই শীতকালে একই অবস্থায় রক্ষিত ধাতব পদার্থ অপেক্ষা তুলা, কাঠ নিৰ্মিত পদার্থগুলি উষ্ণতর বলিয়া মনে হয়।

সূর্যোত্তাপে প্রতিনিষত জলাশয় হইতে বাষ্পীভবন হইতেছে এবং শীতলতা পাইয়া ঐ বাষ্প আবার ঘনীভূত হইয়া মেঘ, কুয়াশা, বৃষ্টি প্রভৃতিরূপে পরিণত হয়। বায়ু উষ্ণ হইলে ইহাৰ জলীয় বাষ্প ধারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। কোন স্থানে কত পরিমাণ বৃষ্টি হয় তাহা বৃষ্টিমান যন্ত্ৰেব সাহায্যে নির্ণয় করা যায়। বায়ুৰ উপর তাপেব ক্রিয়াৰ ফলে বায়ু প্রবাহ হয়। এই বায়ু প্রবাহ বিভিন্ন নামে প্রসিদ্ধ। যে সকল পদার্থ সহজে গরম হয় তাহারা সহজে ঠাণ্ডা হয়—এবং বাহারা সহজে গরম হয় না তাহারা সহজে ঠাণ্ডাও হয় না। ধাতব পদার্থ ও জল উক্ত দুই প্রকাৰ পদার্থেব একটু উদাহরণ। ভূপৃষ্ঠে তাপেব ক্রিয়াৰ ফলে বহু পৰিবৰ্তন সাধিত হইতেছে।

চতুর্থ প্রশ্নমালা

১। তাপে পদার্থের নিম্নলিখিত গুণের কি কি পরিবর্তন হয় লিখ :—আয়তন, ওজন, ঘনত্ব। (When heat is applied to a matter, what happens regarding the following —Volume, weight, temperature and density ?)

২। তাপ ও উষ্ণতা কি একার্থ-বোধক ? উদাহরণ দ্বারা বুঝাও। (Do heat and temperature bear the same meaning ? Explain with examples)

৩। স্পর্শ-শক্তি দ্বারা বস্তুর উষ্ণতামাপ কি নির্ভুল হয় ? (Does sense of touch correctly measure heat ?)

৪। থার্মোমিটার বর্ণনা কর। এই যন্ত্রে পারদর পরিবর্তে জল ব্যবহার করিলে কি অসুবিধা হয় ? এই যন্ত্রকে তাপমান-যন্ত্র বলিলে কি ভুল হয় ? (Describe a thermometer. What will the disadvantages if water is substituted for mercury ? What mistake will be there if it is called a calorimeter ?)

৫। অবদেখিতে যে থার্মোমিটার ব্যবহার হয়, তাহার বিশেষত্ব কি ? স্বস্থ মানবদেহের সাধারণ উষ্ণতা কত ? ইহাকে সেণ্টিগ্রেড্ মতে প্রকাশ কর। (What is the speciality of a clinical thermometer ? What is the normal temperature of a human body ? Express in the Fahrenheit scale)

৬। ভূপৃষ্ঠে দিনরাত্রির মধ্যে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন বায়ুর উষ্ণতা কিরূপে নির্ণয় করা যায় ? (How the maximum and minimum temperature of the atmosphere is determined ?)

৭। তাপ কি কি প্রকারে এক স্থান হইতে অপরস্থানে যায় তাহা উদাহরণ সমেত বুঝাও। একটি কাঁসার বাটিতে গরম দুধ ঢালিয়া বাটিটি মেঝের উপর রাখা হইল, কিছুক্ষণ পরে দেখা গেল যে, উহা ঠাণ্ডা হইয়া গিয়াছে। তাপ কি কি উপায়ে উহা হইতে বাহির হইল বুঝাও। (Explain the different modes of transmission of heat. A cup containing a quantity of hot milk was found to be cooled when kept on the floor. Explain in how many ways heat was dissipated)

৮। তাপ সুপরিবাহী কয়েকটি বস্তুর নাম কর। তরল পদার্থ তাপ-পরিবাহক কি না,

কিকপে পরীক্ষা করিবে ? (Name some good conductors of heat How could you test whether a liquid is a conductor of heat or not)

৯। নিম্নলিখিত ঘটনাগুলির কাণে নির্দেশ কর :—

(ক) শিশিতে কাচের ছিপি আঁটিয়া গেলে শিশির গলাব উপর একটু গরম জল ঢালিয়া ছিপি খোলা হইল।

(খ) পুখতলা-বিশিষ্ট একটি কাচের গ্লাসে গরম চা ঢালিলে গ্লাসের তলা ফাটিয়া যাইতে দেখা গেল।

(গ) গরম চা এনামেলের কাপ অপেক্ষা চীনা মাটির কাপে খাইতে সুবিধা।

(ঘ) বরফ বাখিতে হইলে তাহা কাঠের গুঁড়ার ভিতর বাখিয়া কবুল জড়াইয়া দেওয়া হয়।

(ঙ) শবাব ঘর্মাক্ত হইলে পাখাব বাতাসে বসিলে আবাম হয়।

(চ) স্রব-বোগীর গায়েব উষ্ণতা অত্যধিক হইলে কপালে জলপটী দেওয়া হয়। আবাব বোগীর হাত পা ঠাণ্ডা হইয়া আসিলে বোতলে গরম জল পুবিয়া হাতে ও পায়ে সেক দেওয়া হয়।

(ছ) একটি গ্লাসেব জলে বরফ ফেলিয়া দিলে গ্লাসের গায়ে জলবিন্দু দেখা যায়।

(জ) শীতকালে হাই তুলিলে মুখের কাছে ধোঁয়ার মত দেখা যায়।

(State reasons of the following cases —(a) A tight glass cork of a bottle is taken out after pouring some hot water on the mouth of the bottle (b) The thick bottom of a glass pot was found cracked when hot water was put in it (c) It is convenient to drink hot tea in a China clay pot than in an enamel cup (d) To preserve ice it is packed with saw dust and a blanket is wrapped round it (e) We feel comfortable when we sit under a fan after being perspired (f) When temperature rises a wet piece of cloth is put on the forehead of a patient but hot water bottle is applied on the palms of hands and feet of a collapsing patient (g) Water particles are found on the outside wall of a glass when a piece of ice is put inside it (h) In the winter we find a cloudy substance in front of our mouth when we yawn

১০। শীত ও গ্রীষ্মভেদে আমাদের পোষাকের রঙের কিকপ পার্থক্য থাকে উচিত এবং কেন ?

(What should be the colour of our dresses in summer and in the winter and why ?)

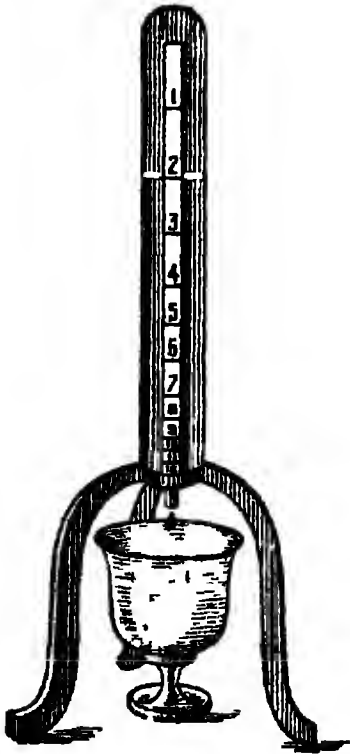
১১। গ্রীষ্মকালে বিষুবরেখার নিকটবর্তী ভূভাগ, নাতিশীতোষ্ণ প্রদেশ অপেক্ষা অধিক উত্তপ্ত হয় কেন ? উহার জন্য যে যে বায়ুপ্রবাহ হইয়া থাকে, তাহাদের পরিচয় দাও। (Why the equatorial region is hotter than the temperate zones in the summer ? Describe the different kinds of winds caused by the same reason)

১২। ‘শিশির আকাশ হইতে পড়ে’ এই বাক্যটি কি বিজ্ঞান-সম্মত ? কোন্ কোন্ অবস্থায় শিশির যথেষ্ট পরিমাণে ভরে। (The dew-drops fall from the sky is this scientifically true ? under what circumstances dew-drops are deposited in large quantities ?)

পঞ্চম পরিচ্ছেদ

দোলক বিশিষ্ট ঘড়ি

বহু পূর্বে যখন আমাদের দেশে ঘড়ির প্রচলন হয় নাই তখন আকাশে সূর্যের অবস্থান, অথবা সূর্য কিবণে কোন জিনিসের ছায়াব দৈর্ঘ্যের দ্বারা বুদ্ধি দেখিয়া সময় নির্ণয় করা হইত। কিন্তু মেঘলা দিনে সূর্যের ছায়া পাওয়া যায় না— অতএব সময় নির্ধারণের অসুবিধা হইত। তাহা ছাড়া আরও অনেক অসুবিধা



৭০নং চিত্র—জলঘড়ি

ছিল। কাজেই সূর্য সাহায্যে সময় নির্ধারণ সকল সময়ে সুবিধামত 'ঘটিয়া উঠিত না। এই অসুবিধা দূর করিবার নিমিত্ত জল ঘড়ি (Water clock) নির্মাণ করা হয়। একটি বড় পাত্রে জল রাখিয়া তাহার তলদেশে একটি সূক্ষ্ম ছিদ্র করা হইত। পাত্রটিতে দাগ কাটা থাকিত। ছিদ্র পথ দিয়া জল বাহির হইয়া গেলে বড় পাত্রের জল তলের অবস্থান দেখিয়া সময় কত অতিবাহিত হইয়াছে ঠিক করা হইত। কিন্তু ইহাতেও ছিদ্রের আয়তন পাত্রের আয়তন প্রভৃতি লইয়া বড় অসুবিধা উপস্থিত হইল। কাজেই আরও উন্নত প্রণালীর সময় জ্ঞাপক যন্ত্র

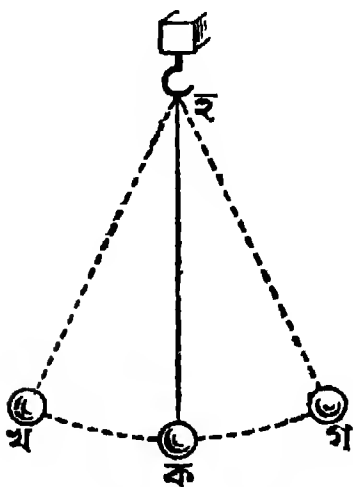
উদ্ভাবন করিতে মানুষের বুদ্ধি বৃত্তি চালিত করিতে হইল। বর্তমান ঘড়ি সেই প্রচেষ্টার একটি সুফল সন্দেহ নাই। ঠিক এই সময়ে একদিন গিজ'য় যাইবার সময় অনবধানতা বশত ইটালির খ্যাতনামা বৈজ্ঞানিক

গ্যালিলিওৰ মাথাৰ গিৰ্জাৰ সম্মুখে দোহুলায়মান লণ্ঠনটি লাগিযা যাওযাৰ তিনিও কেমন একটু ঔৎসুক্য বশত ইহাৰ দোলনেৰ দিকে নিবিষ্ট চিত্তে লক্ষ্য কৰিতে লাগিলেন। দলে মনে কবিলেন, লণ্ঠনটি বত জোৰেই ছলুকনা কেন বা যতই আন্তে ছলুকনা কেন, ইহাৰ একটি সম্পূৰ্ণ দোলন কাল সব সময়ে একই বহিযাছে। সন্ধে সন্ধে তিনি নিজৰ নাড়ি টিপিযা এবং লণ্ঠনেৰ দোলন গণনা কৰিযা জানিলেন ইহাৰ এ ধাৰণা ভুল নহে। এই সত্যৰ উপৰ নিভব কৰিয়া গবেষণাৰ কলে বৰ্তমান দোলক-বিশিষ্ট ঘড়িৰ



৭১নং চিত্ৰ—গ্যালিলিও

প্রচলন সম্ভব হইয়াছে। এই সকল ঘড়িৰ দোলকগুলি ধাতু নিৰ্মিত, এবং সূক্ষ্ম ধাতু দণ্ডেৰ সাহায্যে উপৰেৰ একটি বিন্দু হইতে বিলম্বিত থাকে।



৭২নং চিত্ৰ—দোলক

তোমবাও একটি ছোট কাঁচ বা ধাতু খণ্ডকে সূতায় ঝুলাইয়া দোলক প্রস্তুত কৰিতে পাৰ। ৭২নং চিত্ৰে ক দোলকটি হ বিন্দু হইতে একটি সূক্ষ্ম সূতায় ঝুলান বহিযাছে। দোলকটি যদি এক দিকে সবাইয়া ছাড়িয়া দাও, তবে দেখিবে যে ইহা ক বিন্দুৰ দুই দিকে ছলিতেছে। ক হইতে খ এবং খ হইতে গ হইয়া পুনৰায় ক এ ফিৰিয়া আসিতে দোলক যে সময় লয় তাহাকে ইহাৰ দোলনকাল

(Period) বলে। হ হইতে দোলকেৰ ভব-কেন্দ্ৰ পৰ্যন্ত দূৰত্বকে ঐ দোলকযন্ত্ৰেৰ

দৈর্ঘ্য (Length) কহে এবং ক হ খ কোণ বা ক হ গ কোণ উহাব বিস্তার (Amplitude)। এখন পরীক্ষা করিয়া দেখা যায় যে, বিস্তার কম অর্থাৎ 8° ডিগ্রী অনধিক হইলে দোলকযন্ত্রের দৈর্ঘ্য সমান বাখিয়া দোলকটিকে দোলাইলে ইহাব দোলনকাল একই থাকিবে। এই উদ্দেশ্যে ২০২৫টি দোলনের মোট সময় ঘড়ির সাহায্যে জানিয়া তাহা হইতে একটি দোলনের সময় বাহির করাই সমীচীন। আরও দেখ, দোলক-যন্ত্রের দৈর্ঘ্য বাড়াইয়া বা কমাইয়া দিলে দোলনকালও দীর্ঘ বা হ্রস্ব হইবে, তজ্জন্ত এইরূপ দোলক-যন্ত্র-বিশিষ্ট



৭৩ নং চিত্র—ঘড়ির দোলক

ঘড়ি 'শ্লো' বা 'ফাস্ট' যাইবে। অতএব দোলক-যন্ত্রের দৈর্ঘ্য যতক্ষণ সমান থাকে, ততক্ষণ ঘড়িও ঠিক সময় বাখিয়া চলে, কিন্তু কোনও কাবণে যদি তাহা না হয়, তবে ঘড়ি ধীরে বা দ্রুত চলিতে থাকে।

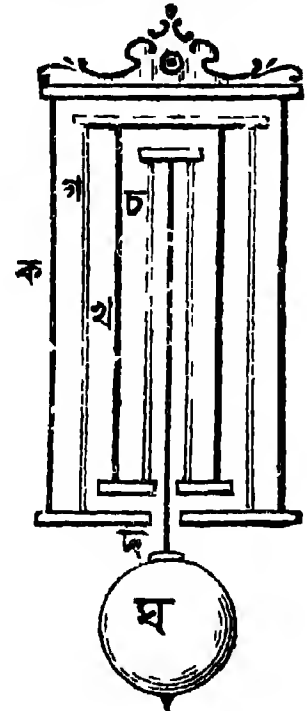
ঘড়িতে দোলক দণ্ডের উপরদিকে দুইটি দাঁত বিশিষ্ট স্ক্রু ও ঈষৎ বক্র আর একটি দণ্ড লাগান আছে। দোলকের দোলনের সঙ্গে সঙ্গে উহাব একমুখ উঠিতে ও পড়িতে থাকে এবং একটি দাঁতওয়ালা চাকার দাঁতের উপর খেলিতে থাকে (৭৩নং চিত্র)। দাঁতওয়ালা চাকাটি দম দেওয়া স্প্রিংএব সহিত সংযুক্ত বলিয়া নিম্নত ঘুবিয়া যাইবার চেষ্টা করে, কিন্তু বক্রদণ্ডের প্রান্তের উঠা নামা সহিত ইহা কেবল একদাঁত একদাঁত করিয়া

নিয়মিত ভাবে ঘুরিতে পাবে। পবে এই চাকাটির ঘূর্ণন আরও কতকগুলি চাকার সাহায্যে ঘড়ির কাঁটাকে ঘুরাইয়া থাকে।

দোলক-যন্ত্রের প্রসারণ ও তাহার প্রতিকার :- উপবে বলা হইয়াছে যে দোলক-যন্ত্রের দৈর্ঘ্য যতক্ষণ ঠিক থাকে, ততক্ষণ ঘড়িও ঠিক সময় রাখে।

তোমরা জান তাপে সকল বস্তুই প্রসারিত হয়। এইজন্য গ্রীষ্মকালে সাধারণ ঘড়ির ধাতব দোলকদণ্ডের দৈর্ঘ্য বাড়িয়া যায়; ফলে ঘড়ি কিছু ধীরে (slow) চলে। শীতকালে আবার ঠিক ইহার বিপরীত হয়; শৈত্যে সংকোচের জন্য দোলকদণ্ডের দৈর্ঘ্য কমিয়া যায় বলিয়া ঘড়ি দ্রুত (fast) চলে। অতএব ঘড়ি যাহাতে ঠিক সময় বাখে, সেজন্য গ্রীষ্মকালে দোলকটি দণ্ডের উপরে একটু তুলিয়া দিতে হয় এবং শীতকালে নামাইয়া দিতে হয়। যাহাতে ঋতুভেদে দোলকযন্ত্রের দৈর্ঘ্যের পার্থক্য না হয়, তজ্জন্য ভাল ঘড়ির দোলকযন্ত্র একটু ভিন্ন বকমে গঠিত হয়। তোমাদিগকে এখন এই প্রকার সংশোধিত দোলক-যন্ত্রের কথা বলিব।

তোমরা জান তাপে সকল ধাতু সমান প্রসারিত হয় না। সমান দৈর্ঘ্যের লৌহদণ্ড ও পিত্তলদণ্ডের উষ্ণতা সমপরিমাণে বাড়াইলে পিত্তলদণ্ড লৌহদণ্ড অপেক্ষা অধিক বর্ধিত হয়। এই সত্যের উপর নির্ভর কবিয়া ভাল ঘড়ির দোলক-যন্ত্র গঠিত হয়। এখানে এইরূপ একটি দোলকযন্ত্রের চিত্র প্রদর্শিত হইল (৭৪নং চিত্র)। ইহার মধ্যে দু'এক এক পার্শ্বে ক, খএব মত দুইটি লৌহদণ্ড এবং গ ও চএব মত দুইটি পিত্তলদণ্ড, ইহাদিগকে ঝাঁজবীর মত কবিয়া এমনভাবে সাজান হয় যে, লৌহদণ্ডগুলি নিম্নদিকে এবং পিত্তলদণ্ডগুলি উপর দিকে বাড়িতে পারে। লৌহ ও পিত্তলের দণ্ডগুলির দৈর্ঘ্য একপভাবে লওয়া হয় যে, লৌহদণ্ডগুলি প্রসারিত হইয়া দোলকটিকে যে পরিমাণ নামাইয়া দেয়, পিত্তলদণ্ড গুলি প্রসারিত হইয়া গোলককে ঠিক সেই পরিমাণে উপরে তুলে, ফলে দোলকের দৈর্ঘ্য সমান থাকে। কাজেই দোলকটির দোলনকাল বাড়েও না, কমেও না। এইরূপ দোলক-যন্ত্রযুক্ত ঘড়ি শীত গ্রীষ্মে ঠিক সময় দিয়া থাকে।



৭৪নং চিত্র—সংশোধিত দোলক

সংক্ষেপ :—জল ঘড়ির ছিঁড় ছোট বড় হইলে সময়ের পার্থক্য হইয়া যায়। সকল সময় পূৰ্ণ করণে কোন পদার্থের ছায়া দেখিয়া সময় নির্ণয় করাও সম্ভবপর নয়। গ্যালিলিও দোলক যন্ত্র আবিষ্কৃত করিয়া দোলক যন্ত্রবিশিষ্ট ঘড়ি নির্মাণ করিবার সুবিধা কবিয়া দিয়াছেন। দোলন কাল, বিস্তার এবং দৈর্ঘ্যের বিভিন্নতা একটি নিয়মে নিয়ন্ত্রিত হইয়া থাকে। ঘড়ির দোলক দীর্ঘ হইলে ঘড়ি মন্দ্র হয় এবং দোলক সঙ্কুচিত হইলে ঘড়ি দ্রুত চলে। শীত এবং তাপে দোলক যন্ত্র বিস্তার লাভ করে বলিয়া প্রতিবিহিত দোলক যন্ত্র নির্মিত হইয়াছে।

পঞ্চম প্রশ্নমালা

১। জল ঘড়িতে কি অসুবিধা ছিল? (What were the inconveniences of a water clock?)

২। দোলক যন্ত্রের দৈর্ঘ্য এবং দোলন কালের সম্বন্ধটি কি বল এবং বিকপে উহা প্রমাণ করা যায় কি? (State the laws of pendulum regarding its length and period and how it can be proved.)

৩। সংজ্ঞা দাও :—দোলকের দোলনকাল, দৈর্ঘ্য ও বিস্তার।

(Define —Period, length and amplitude of a pendulum.)

৪। দোলক-যন্ত্র-বিশিষ্ট ঘড়ি গ্রীষ্ম ও শীত ভেদে 'স্লো' ফাস্ট' হয় কেন এবং তাহা প্রতিবিধানের জন্ত জল ঘড়িতে কি বন্দোবস্ত করা হয়? (Why does a pendulum clock go slow in summer and fast in winter and what arrangements may be made for their remedy?)

ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ

শক্তি ও তাহার রূপান্তর

অনন্ত ব্রহ্মাণ্ডে যে লক্ষকোটি গ্রহ, উপগ্রহ—তাহাবা যথাক্রমে এক একটি বৃহত্তর জ্যোতিষেব চতুর্দিকে ঘুরিয়া কাজ করিতেছে। বেলগাড়ী ছুটিতেছে, এবোপ্লেন উড়িতেছে, ইহাবা সকলেই কাজ করিতেছে—আবাব তোমবা বগন হাঁট, পাও, বস, তখনও তোমবা কাজ কর। অনেক সময় দেখা যায় কোন পদার্থ বর্তমানে কাজ না করিলেও কালে তাহাবা কাজ করিতে পাবে। এ সকল ক্ষেত্রে দেখা যায় ইহাদেব পশ্চাতে এমন কিছু আছে যাহাদেব প্রভাবে জগতে সকল কাজ সাধিত হইতেছে, ইহাব নাম শক্তি (Energy)। পদার্থ মাত্রই শক্তির আশ্রয়; যাহাবা কাজ করিতেছে তাহাবা তা শক্তির সাহায্যে কাজ করিতেছে, কিন্তু যাহাবা কাজ করিতেছে না তাহাদেবও শক্তি আছে—যাহা দ্বাবা পবে ইহাবা কাজ করিতে পারিবে। কাজ করিতে হইলেই পদার্থটিকে নড়িতে হইবে অথবা অল্প পদার্থকে নড়াইতে হইবে। তাহা হইলে গতি ও স্থিতি লইয়া যখন জগতেব সকল কার্যেব সম্বন্ধ তখন উহাবা শক্তির প্রধান দুইটি রূপ।

এমন অনেক পদার্থ আছে, যাহাদিগেব অস্তিত্ব আমবা সহজে উপলব্ধি করিতে পারি না, পবোক্ষভাবে বুঝিয়া লইতে হয়। তেমনই সকল শক্তি সকল সময়ে ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য নয়, কিন্তু তাহাদেব প্রভাব অনেক সময় প্রত্যক্ষভাবে ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য। উত্তাপ আমবা চোখে দেখিতে পাই না, হাতে ধরিতে পারি না, কানে শুনিতে পাই না বটে, কিন্তু উত্তপ্ত বস্তুতে হাত দিলে আমবা ইহাদেব অস্তিত্ব উপলব্ধি করিতে পারি। শব্দ কানে শুনিতে পাই, আলো চোখে দেখিতে পাই। বিদ্যুতেব প্রবাহে আমবা পেশী সমূহেব সঙ্কোচন জনিত বেদনা অনুভব করিতে পারি, চুম্বকেব আকর্ষণ শক্তির প্রভাব আমবা চোখে দেখিতে পাই। কোনও বস্তুকে উপবে তুলিয়া ধরিয়া থাকিলে তাহাব কোন

শক্তি আছে বলিয়া মনে হয় না—অথচ ছাড়িয়া দিলে পড়িয়া যায়—ইহাতে সে কাজ কবে; অতএব ইহাবও শক্তি নিশ্চয় ছিল, নতুবা ইহা কাজ কবে কেমন কবিয়া? উত্তাপ, আলো, শব্দ, বিদ্যুৎ, চুম্বকের আকর্ষণ প্রভৃতি সকলেই এক একটি শক্তি। চলন্ত পদার্থেব যে শক্তি তাহা গতি (Kinetic) শক্তি এবং স্থিৰ পদার্থেব যে শক্তি থাকে তাহা স্ট্রেটিক (Potential) শক্তি নামে অভিহিত। এই দুইটি শক্তি যান্ত্রিক (Mechanical) শক্তি, কাৰণ যন্ত্রেব কাৰ্য কবিবাব সমৰ উহাতে প্রত্যক্ষভাবে উক্ত দুইটি শক্তিব প্রভাবই পৰিলক্ষিত হয়। অবশ্য ইহাও সত্য যে, সকল প্রকাৰ শক্তিই, হয় গতিশক্তি নতুবা স্ট্রেটিক শক্তিব প্রভাবেই উদ্ভূত। বাসায়নিক শক্তিব ফলে পদার্থেব বাসায়নিক পৰিবৰ্তন ঘটে। ইহা পৰে বুঝাইতেছি।

তাহা হইলে আমবা নিম্নলিখিত কয় প্রকাৰেব শক্তিব অস্তিত্ব উপলব্ধি কবিতে পাৰি :—(১) যান্ত্রিক—স্ট্রেটিক ও গতি, (২) তাপ, (৩) আলো, (৪) শব্দ, (৫) বিদ্যুৎ, (৬) চুম্বক, (৭) বাসায়নিক।

মানুষেব পৈশীক শক্তিব দ্বাৰাও বহু কাৰ্য সাধিত হয়।

যান্ত্রিক শক্তি—উদাহৰণ স্বৰূপ একটী ঘড়িব যন্ত্রেব কথা বলা যাউক। আমাদেব পৈশীক শক্তিব বলে ঘড়িব চাৰি ঘূৰাইয়া দম দিলে ইহাব কলকজাব স্ট্রেটিক শক্তি পৰিবৰ্তিত হইয়া গতি শক্তি প্রাপ্ত হয় এবং ঘড়িব কাঁটাকে চালাইয়া দেয়। এইকপ বহু যান্ত্রিক শক্তিই পৰিবৰ্তিত হইয়া ক্রমে গতি, স্ট্রেটিক এবং অন্তপ্রকাৰ শক্তিতে পৰিণত হয়। উচুতে একটী ভাবী জিনিস তুলিয়া ধবিলে মনে হয় ভাবী জিনিসটি যেন কিছুই কবিতে পাৰে না—স্থিৰভাবে থাকে, কিন্তু ছাড়িয়া দিলে উহা গতি শক্তি প্রাপ্ত হইয়া ভূমিতে পড়িয়া যায় এবং মাটিব সহিত ঘর্ষিত হইয়া উত্তাপ ও শব্দ শক্তিতেও পৰিণত হয়। যান্ত্রিক শক্তিব বহুবিধ কাজ আমবা প্রত্যহ দেখিতে পাই।

তাপ শক্তি—কাঠ জ্বলাইয়া, কয়লা পুড়াইয়া আমবা তাপ শক্তি পাই এবং ইহাব প্রভাবে আমবা ভাত তৰকাৰি বাঁধি, জল গবম কৰি, ইঞ্জিন চালাই

ইহা পূর্বই জানিয়াছ। কিন্তু মনে রাখিও কাঠ বা কয়লা হইতে বাসায়নিক শক্তিবলে তাপশক্তি জন্মাইয়াছে; অবশ্য ইহাও ঠিক যে বাসায়নিক শক্তিই পবিবর্তিত হইয়া তাপ শক্তিতে পবিণত হইয়াছে। গতিশক্তিবলে ঘর্ষণ জনিত তাপের উদ্ভব আমবা বহু ক্ষেত্রেই দেখিতে পাই। পূর্বে তোমবা দেখিয়াছ উত্তাপ পাইলে পদার্থের অণুগুলির কম্পন বাড়িয়া যায়—অর্থাৎ অণুগুলি গতিশক্তি সম্পন্ন হয়।

আলোক শক্তি—অতীন্দ্রিয় পদার্থ ঈশ্বরের তবঙ্গ আমাদের চক্ষুতে আঘাত করিলে আলোক শক্তির উন্মেষ অনুভূত হয়। এখানেও তাহা হইলে দেখা যাইতেছে ঈশ্বানের গতিশক্তির প্রভাবে আলোক শক্তির সৃষ্টি। বার্নিক শক্তি বা তাপ শক্তির কাণ্ডগুলি আমাদের কাছে যত পবিচিত আলোক শক্তির কাজ আমাদের নিকট তত পবিচিত নয়। কিন্তু ফটোগ্রাফিতে আলোক শক্তির কাজের পবিচয় পাই।

শব্দ শক্তি—কর্ণপটে বায়ু-তবঙ্গের আঘাতে শব্দশক্তির অনুভূতি পাই। এক্ষেত্রেও বায়ুর গতিশক্তি হইতে শব্দ শক্তির জন্ম। আবার নিপবীত দিক হইতে ধবিলে দেখা যায় কোন প্রকাণে উখিত শব্দশক্তি হইতে বায়ুতে যে তবঙ্গ উঠে তাহার বলে অনেক কার্য হয়। জোবে শব্দ হইলে জানালা কপাট কাঁপিয়া উঠিতে দেখা যায় এবং আমাদের কর্ণপটহ ছিঁড়িয়া যাইতে পাবে—এমন কি মানুষ চিব বধিব হইতে পাবে।

চুম্বক, ভড়িৎ, বাসায়নিক প্রভৃতি শক্তি কিরূপে উদ্ভূত হয় এখন তোমবা সহজেই বুঝিতে পারিতেছ, এক একটি শক্তি রূপান্তরিত হইয়া অন্তরূপে দেখা দেয়, বস্তুতঃ শক্তির বিনাশ নাই।

যখন আমবা টিল ছুঁড়ি তখন আমাদের পেশীর শক্তি টিলের স্থৈতিক শক্তিকে রূপান্তরিত করিয়া গতি শক্তিতে পবিণত করে। পাথরের উপর পাথর ঘসিলে আমাদের পেশীর শক্তি ক্ষয়প্রাপ্ত হইয়া তাপশক্তিতে পবিণত হয়, শব্দ শক্তিতেও পবিণত হয়। এইরূপ জগতে প্রত্যেক কার্যের পিছনে এক বা একাধিক শক্তির

কপাস্তব ঘটিতেছে, পূর্ববর্তী উদাহরণ গুলিতে তাহা লক্ষ্য করিয়াছ। • কিন্তু ব্রহ্মাণ্ডে সকল শক্তির মোট পরিমাণ আবহমান কাল স্থির আছে, তাহাব কোন হ্রাস বৃদ্ধি ঘটে নাই এবং কেহ ঘটাইতে পারিবে না।

শক্তি এবং পদার্থের প্রধান পার্থক্য এই যে পদার্থের ওজন আছে, শক্তির ওজন নাই, পদার্থের বিস্তৃতি আছে শক্তির বিস্তৃতি নাই, পদার্থের অভেদতা আছে শক্তির অভেদতা নাই।

মনে বাগিও কোন পদার্থের উপর যত কাজ করা হইবে—সেই পদার্থটি ততটুকু কাজ করিবার শক্তি সঞ্চিত করিবে এবং স্রোযোগ পাইলে ঠিক ততটুকু কাজ করিয়া সে শক্তিটুকু কপাস্তবিত করিয়া ফেলিবে।

মনে কর একটি ভারী বস্তু উপরে তুলিয়া ধরা হইল। পৃথিবীর মহাকর্ষের বিরুদ্ধে পদার্থটির উপর কিছু কার্য করা হইল। ইহাতে বস্তুটি কিছু শক্তি সঞ্চয় করিল। এইবার যদি বস্তুটিকে ছাড়িয়া দেওয়া হয় তবে সে ঐ শক্তিবলে নিচে পড়িয়া যাইবে।

পৃথিবীতে সকল প্রকার তাপের প্রধান উৎস যে সূর্য ইহা আমরা প্রায় প্রত্যক্ষ ভাবেই বুঝিতে পারি। কারণ আপাত দৃষ্টিতে যখন দেখি কাঠ বা কয়লাই যেন তাপের প্রধান উৎস, তখন ইহাও আমরা বুঝিয়া লইতে পারি যে এই কয়লাও এক সময়ে কাঠ ছিল এবং বৃক্ষ হইতে কাঠ পাওয়া গিয়াছিল। সূর্যোত্তাপে বায়মণ্ডলের কার্বন আকর্ষণ করিয়াই বৃক্ষগুলি বৃদ্ধি পাইয়াছিল। এক সূর্যোত্তাপের অভাবে বর্তমান সভ্য যুগের অতি প্রয়োজনীয় শক্তির উৎস কাঠ বা কয়লার জন্ম সম্ভব হইত না। কাজেই বামা, এঞ্জিন বা কল কারখানা চালনা, আলোজালা প্রভৃতি কামই অসম্ভব হইয়া পড়িত, আরও একটু চিন্তা করিয়া দেখিলে বুঝিতে পারা যায় সূর্যোত্তাপের অভাবে গাছ পালা না জন্মাইলে জীবগণের আশ্রয় জুটিত না, তাহাদের কলেরব পুষ্ট হইত না, পৈশীক শক্তিও জন্মাইত না। সূর্যোত্তাপের অভাবে নদীতে জোয়ার ভাঁটা হইত না, স্রোত

বহিস্ত না, মেঘ বৃষ্টি হইত না এমন কি বায়ু বহিত না। তাহা হইলে সকল শক্তির প্রধান উৎস তাপ শক্তি এবং তাহার আধার সূর্য।

সংক্ষেপ :—কায়ক্ষমতাই শক্তি। শক্তিহীন পদার্থ হইতে পারে না, আবার পদার্থ ছাড়া শক্তি থাকিতে পারে না। শক্তির ওজন নাই, বিস্তৃতি নাই, অভেদ্যতা নাই, শক্তি বিভিন্ন প্রকারে হইলেও এক প্রকার শক্তি রূপান্তরিত হইয়া অন্য প্রকার হইতে পারে। সকল শক্তির মূল উৎস সূর্য।

ষষ্ঠ প্রশ্নমালা

১। বিভিন্ন প্রকার শক্তির নাম কব ও তাহাদের সম্বন্ধে কি জান সংক্ষেপে লিখ। (Name some of the energies and state what do you know of them ?)

২। এক শক্তি রূপান্তরিত হইয়া অন্য শক্তিতে পরিণত হয়, উদাহরণ দিয়া বুঝাইয়া দাও। (Explain the transformation of energy)

৩। শক্তি ও পদার্থের পার্থক্য কি? (Distinguish between matter and energy ?)

৪। একটি টিল নিক্ষেপ্ত হইবার পর মাটিতে পড়া পর্যন্ত কি কি শক্তির প্রভাব বুঝা যায় লিখ। (Influence of how many kinds of energies may be found when a stone is thrown away, till it comes down to the ground)

৫। সকল শক্তির মূল উৎস সূর্য, প্রমাণ কব। (Prove that the sun is the source of all energies)

সপ্তম পরিচ্ছেদ

আলোক

আলো ও ছায়া, আলোর গতি

আলোক এক প্রকার শক্তি। অন্ধকারময় স্থানে যেখানে কোন কিছুই দেখিতে পাওয়া যায় না আলো জালিলে সে স্থানের প্রায় সকল পদার্থই দৃষ্টিগোচর হয়। ইহা স্থির হইয়াছে যে আলো জালিলে ইহার পার্শ্ববর্তী ঈশাবে তবঙ্গ উৎপন্ন হয় এবং সেই তবঙ্গ আমাদের চোখের পিছনে যে পর্দা আছে তাহাতে প্রতিভাত হইলে আমবা দেখিতে পাই। কিন্তু আশ্চর্যের বিষয় এই, কোন পদার্থের আলো কোন পদার্থে পড়িলে তবে আমবা দেখিতে পাই এবং সঙ্গে সঙ্গে আলোর অস্তিত্ব উপলব্ধি করি, অথচ এই আলো যখন শূন্য দিয়া যায় সে স্থানে যদি ধূলি কণা বা অল্প কোন পদার্থের কণা না থাকে তবে এই আলোর অস্তিত্ব মোটেই উপলব্ধি করিতে পারি না। জানালায় ফাঁক দিয়া আলোর বর্ণি অন্ধকার ঘরে প্রবেশ করিলে দেখা যায় ঐ আলোকে উদ্ভাসিত কত ধূলিকণা ইতস্তত নড়িতেছে। আলোকেব পথে যদি ধূলিকণা না থাকিত তবে আলো আছে বলিয়া বুঝা যাইত না, অথচ সেই আলো মেঝেতে পড়িলে মেঝে আলোকিত হইয়া উঠিতে দেখা যায়।

আলোর সম্মুখে পদার্থ আনিলে দেখা যায় কতকগুলি ভিতর দিয়া আলো প্রায় অবাধে চলিয়া যায়—তাহাদিগকে আমবা স্বচ্ছ (Transparent) পদার্থ বলি, যথা—কাচ, বায়ু, অন্ন, জল ইত্যাদি, আবার কতকগুলি ভিতর দিয়া আলোর কিয়দংশ যাইতে পাবে তাহাদিগকে ঈষদচ্ছ (Translucent) বলি, যেমন—বসা-কাচ, তেলে-কাগজ ইত্যাদি, এবং যে পদার্থ গুলির মধ্য দিয়া আলো প্রায় যাতায়াত করিতে পাবে না তাহাদিগকে অসচ্ছ (Opaque) বলা হয়, যথা—কাঠ, ইট, পাথর, চামড়া, লোহা ইত্যাদি। অবশ্য ইহাও সত্য যে সকল পদার্থই এমন কি অতি স্বচ্ছ পদার্থও যদি পুরু করিয়া রাখা হয়

তবে তাহাব ভিতৰ দিয়া আলোক যাইতে বাধা পাইবেই, আবাব তেমনই অস্বচ্ছ পদাৰ্থকে পাতলা কৰিয়া বাখিয়া তাহাতে আলোক প্ৰবেশ কৰাইলে তাহাব ভিতৰ দিয়া অন্ন আলো যাইলেও যাইতে পাবে। **ৰুণ্জেন** (Rontzen) সাহেবেৰ আবিষ্কৃত আলোক কাণ্ড বা চম ভেদ কৰিয়া যাইতে পাবে।

অস্বচ্ছ পদাৰ্থেৰ নিকট আলো থাকিলে ইহাব ভিতৰ দিয়া আলো যাইতে পাবে না বলিয়া আলোৰ বিপৰীত দিকে খানিকটা অন্ধকাৰ অস্বচ্ছ পদাৰ্থেৰ মূৰ্তিকপে দেখা যায়। ঐ অন্ধকাৰময় স্থানকে উক্ত অস্বচ্ছ পদাৰ্থেৰ **ছায়া** (Shadow) বলা হয়। আলো যত তীব্ৰ হয় ছায়া তত কম অন্ধকাৰ হয় এবং আলোকেৰ সন্মুখস্থ পদাৰ্থ যত অস্বচ্ছ এবং পুরু হয় ছায়াও তত অধিকতৰ অন্ধকাৰময় হয়। একটা অস্বচ্ছ পদাৰ্থেৰ সামনে একটা আলো বাখিলে যেকপ গাট অন্ধকাৰময় ছায়া পড়ে, দুইটি আলো জালিলে তাই তত গাট অন্ধকাৰময় ছায়া পড়ে না।

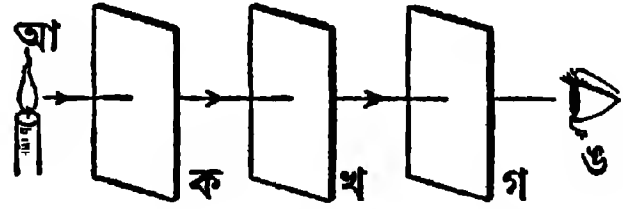
অনেক ক্ষেত্ৰে আলো, অস্বচ্ছ পদাৰ্থ এবং যে স্থানে ছায়া পড়ে সেই পদা, এই তিনিটিৰ আনুপাতিক অবস্থান অনুসাবে ছোট বড় ছায়া পড়ে। অস্বচ্ছ পদাৰ্থটিৰ ছায়াৰ পাশেই আবও একটা কম অন্ধকাৰময় উহাব মূৰ্তি দেখিতে পাওয়া যায়, তাহাকে **উপছায়া** (Penumbra) বলে। গাট অন্ধকাৰ মূৰ্তিকে **প্ৰচ্ছায়া** (Umbra) বলে।

আলো সকল সময় সবল বেখাক্ৰমে গমন কৰে। যদি কোন ক্ৰমে আলোৰ গতি একদিক হইতে অন্দ্ৰদিকে বাকাইয়া দেওয়া হয় তবে পুনৰায় ইহাব গতি সবল বেখা ক্ৰমেই চালিত হইয়া থাকে। আমবা যখন দূৰ হইতে ট্ৰেন বা ষ্টিমাবে সার্চ লাইটেৰ আলো দেখি কিংবা জানালাৰ ফাঁকে অন্ধকাৰ ঘবে আলো প্ৰবেশ কৰিতে দেখি, অথবা মেঘেৰ আডালে সূৰ্যেৰ বিচ্ছুবিত কিৰণ অথবা অস্তাচলেৰ পিছনে সূৰ্যেৰ শেষ বশ্মি দেখি তখন আমবা স্পষ্টই বুঝিতে পাৰি ইহাদেৰ কিৰণ সবল বেখা ক্ৰমে চাবিদিকে ছড়াইয়া পড়িতেছে। এই আলোৰ সন্মুখে যদি অস্বচ্ছ পদাৰ্থ ধৰা হয় তবে দেখা যাইবে আলোৰ বিপৰীত দিকে অস্বচ্ছ পদাৰ্থেৰ

ছায়া পড়িয়াছে। আলো যে সবল বেথা ক্রমে ছড়াইয়া পড়ে নিম্নলিখিত পরীক্ষা হইতে সহজেই তাহা প্রমাণ কবিতে পারা যায়।

একটি জলন্ত বাতির সম্মুখে পব পব তিনটি পিস্ বোর্ডের পর্দা ক খ গ সমান্তরাল-ভাবে খাড়া কবিয়া রাখ। এই তিনটি পর্দার মধ্যস্থলে একটি কবিয়া সরু ছিদ্র আছে,

(৭৫নং চিত্র) পদার্থগুলিবে এমনভাবে সাজাও যেন বাতির শিখা এবং ইহাদের ছিদ্রগুলি এক সবল বেথার পড়ে। পরে শেষের পর্দাটির ছিদ্রের সামনে



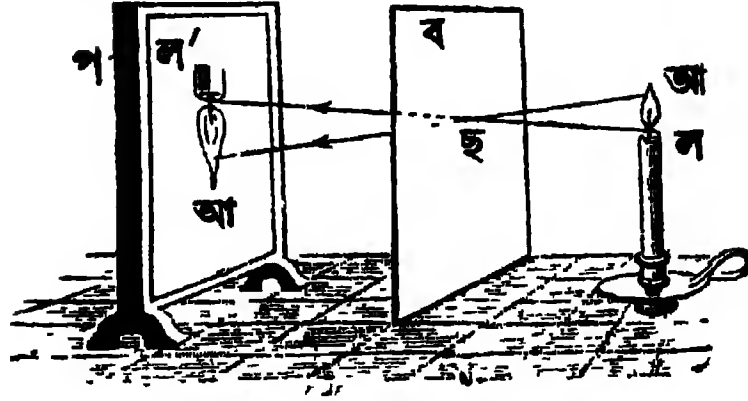
৭৫নং চিত্র—সবলবেথাক্রমে আলোর গতি

মনে কব ঙ্গ স্থানে চোখ রাখিলে ততক্ষণ ক খ ও গ এর ছিদ্রগুলি এবং ঙ্গ এক সবল বেথায় থাকিবে ততক্ষণ দীপশিখাটি দেখিতে পাওয়া যাইবে। কিন্তু যদি একটি মাত্র পর্দাকেও সরাইয়া এমনভাবে রাখা যায় বাহ্যতে অপব গুলির ছিদ্রের সহিত ইহার ছিদ্র এক সবল বেথায় থাকিবে না, তবে পূর্বের জায় চোখ রাখিলে আলো দেখা যাইবে না।

আলোর গতি সবল বেথা ক্রমে তইয়া থাঁকে বলিয়া আমবা অস্বচ্ছ পদার্থের ছায়া সময় সময় উন্টা দেখিতে পাই। একপ একটি ছায়া কেমন উন্টা ভাবে পড়িয়াছে তাহা ৭৬নং চিত্র হইতে বুঝিয়া লও।

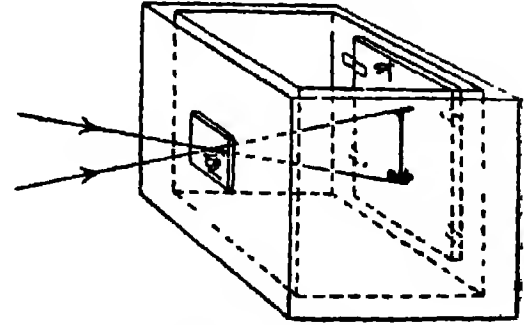
একটি অতি সূক্ষ্ম ছিদ্র বিশিষ্ট টিন বা পিস বোর্ডের পর্দার একপাশে একটি জলন্ত বাতি ও অপব পাশে আর একটি ঘসা কাচের পর্দা রাখিলে দেখা যায় ঘসা কাচের পর্দার উপর বাতির শিখার একটি উন্টা ছবি পড়িয়াছে। যদি বাতিটিকে মধ্যের পর্দার নিকটে আনা যায় অথবা ঘসা কাচের পর্দাটি পূর্ব পর্দা হইতে দূবে সরাইয়া দেওয়া হয় তবে এই ছবিটি বড় হইতে থাকিবে। আরাব যদি বাতিটিকে পর্দা হইতে দূবে সরাইয়া দেওয়া হয় অথবা ঘসা কাচের পর্দা পূর্বোক্ত পর্দার নিকট সরাইয়া আনা হয় তবে বাতির ছবিটি আকারে ছোট হইয়া যায়। ইহার কারণ কি—তোমরা খাতায় বিভিন্ন দূর্বর্তী বাতি ও পর্দার

আলোর বেখাগুলি টানিয়া দেখিলে বেশ বুঝিতে পারিবে। এখানে লক্ষ্য



৭৬নং চিত্র—ছায়ার উন্টা মূর্তি

বাখিও, মধ্যের পর্দার ছিদ্রটি অতি সূক্ষ্ম সূচাগ্রাে নিমিত্ত হওয়া চাই। যদি ছিদ্রটি বড় হয় তবে বাতির ছবি তত উজ্জ্বল হইবে না, আব্.ছ। আব্.ছ। হইবে এবং আকাবেও বড় হইয়া যাইবে। ফটো তুলিবাব কামেবাব মূলসূত্রটি অনেকটা এইকপ। ক্যামেবায় কিকপে চিত্র গৃহীত হয় পার্শ্বের চিত্রে তাহাব একটু আভাষ পাওয়া যাইবে। একটি গাছেব চিত্র পর্দায়, এখানে প্রেটের উপর উন্টা ভাবে পড়িয়াছে দেখ। একটি আলো শিখা আ'ল বোডে' কিকপ উন্টা মূর্তি আ'ল' প্রস্তুত কবিয়াছে ৭৬নং চিত্রে দেখ।



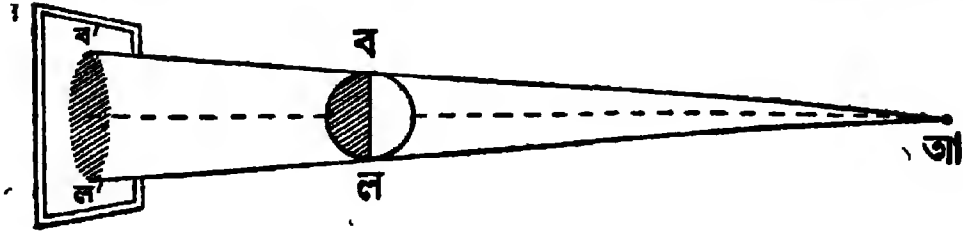
৭৭নং চিত্র—ক্যামেরা

এইবাব দেখা যাউক আলোকেব উৎস এবং অসচ্ছ পদার্থের আযতনের হ্রাস বৃদ্ধিব সঙ্গে ছায়া বা উপছায়া কিকপ হইয়া থাকে।

আলোকেব উৎস যদি বিন্দু-প্রমাণ হয় তবে অসচ্ছ পদার্থটির মাত্র ছায়া পর্দায় পড়িবে। আলো, অসচ্ছ পদার্থ এবং পর্দার আপেক্ষিক অবস্থান অনুসাবে ছায়াব হ্রাস বৃদ্ধি হয়। (৭৮নং চিত্র)। এক্ষেত্রে ছায়া অতিশয় গাঢ় অন্ধকাবময় হয়।

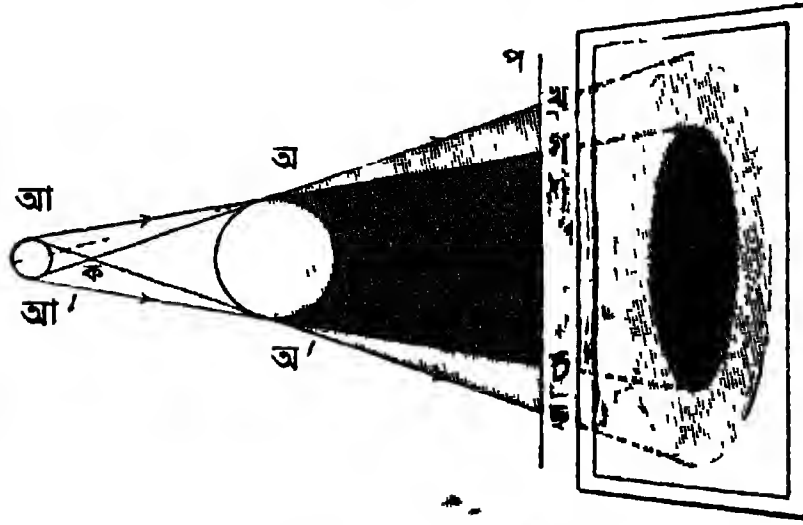
আলোকেব উৎস যদি বিন্দু অপেক্ষা বড় হয় অথচ অসচ্ছ পদার্থটি অপেক্ষা

আকাৰে ছোট হয় তবে পৰ্দায় যে ছায়া পড়ে তাহাব চাবিপাশে অপেক্ষাকৃত



৭৮নং চিত্র—ছায়া

কম অন্ধকাবময় উপচ্ছায়া পড়ে। এক্ষেত্রেও পৰ্দাকে যত অস্বচ্ছ পদার্থ হইতে

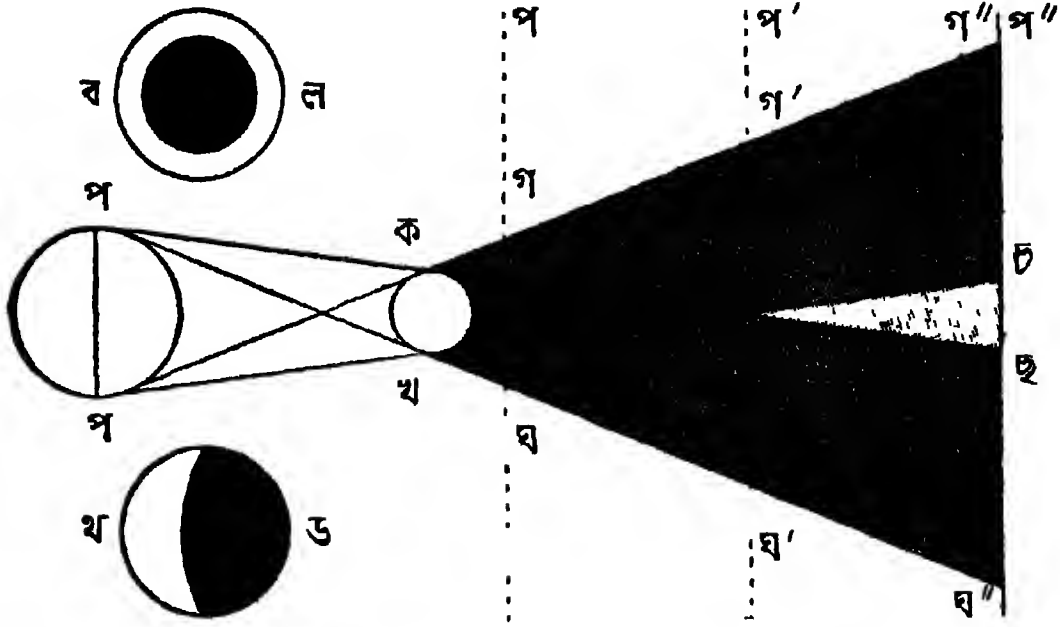


৭৯নং চিত্র—ছায়া ও উপচ্ছায়া

দূবে অথবা আলোটিকে যত অস্বচ্ছ পদার্থেব নিকটে সবান যাইবে তত ছায়া এবং উপচ্ছায়া বড় হইবে, পক্ষান্তরে ছোট হইবে।

কিন্তু যদি আলোকেব উৎস, অস্বচ্ছ পদার্থ হইতে বৃহত্তর হয় তাহা হইলে পদার্থ টিকে অধিকদূবে সবাইলে ছায়া আব দেখা যায় না, কেবলমাত্র উপচ্ছায়াই ইহাব উপব পড়িবে। ইহাব কাবণ ৮০নং চিত্র দেখিলে বুঝা যাইবে। খাতায় বিভিন্নরূপ দূবে পৰ্দা, আলো ও অস্বচ্ছ পদার্থ বাখিয়া ছায়া ও উপচ্ছায়ার কিকপ পৰিবর্তন হয় লক্ষ্য কব। এখানে গা গ' এবং গ'' একটি পৰ্দাব তিনটি অবস্থান, প প আলোক উৎস এবং ক খ অস্বচ্ছ পদার্থ, চ ছ হইতে, এবং উহাব দুই পাশ হইতে আলোক উৎসকে যেমন দেখায় অত্র দুইটি বৃত্ত ব ল, খ ড, সেই চিত্র দিতেছে।

এবোপেন যখন উড়িতে থাকে তখন ইহাব ছায়া কেন পড়ে না এইবার বোধহয় তোমাদের বুদ্ধিতে কষ্ট হইবে না। সূর্য বৃহত্তর আলোক উৎস,



৮০নং চিত্র—সম্পূর্ণ উপচ্ছায়া

এবোপেন অস্বচ্ছ পদার্থ এবং ভূ-পৃষ্ঠ পদা। এক্ষেত্রে অস্বচ্ছ পদার্থ হইতে পর্দাব দূরত্ব এত অধিক যে পর্দায় ছায়া পড়ে না। যে উপচ্ছায়া পড়ে তাহা সূর্য-লোকের তীব্রতায় বুদ্ধিতে পাবা যায় না।

উপরের চিত্রগুলি দেখিলে স্পষ্টই বুঝা যাইবে আলোর গতি সবলবেগে ক্রমে হইয়া থাকে বলিয়া উপযুক্ত ঘটনাগুলি সম্ভব।

এইরূপে সূর্য, পৃথিবী ও চন্দ্রের অবস্থানানুসারে যে চন্দ্রগ্রহণ এবং সূর্যগ্রহণ হয় তাহা পবে বুঝান হইবে। যখন পৃথিবী অস্বচ্ছ পদার্থ এবং চন্দ্র পর্দাব কাজ কবে তখন সূর্য গ্রহণ হয় এবং যখন চন্দ্র অস্বচ্ছ পদার্থ এবং পৃথিবী পর্দাব কাজ কবে তখন চন্দ্রগ্রহণ হইয়া থাকে।

সংক্ষেপ :—আলো আলিলে ইহাব পার্শ্ববর্তী ঈধারে যে তরঙ্গ উৎপন্ন হয় তাহা আমাদের চোখের পিছনে যে পর্দা আছে তাহাতে পড়িলে আমাদের দেখিবার অনুভূতি

জন্মে। আলো কোন পদার্থে পড়িলে তবে সেই পদার্থ দেখিতে পাই এবং আলোর অন্তিম বুদ্ধিতে পারি, নতুবা শূণ্ণ আলোকের স্ব অদৃশ্য।

যে সকল পদার্থের ভিতর দিয়া আলো প্রায় অবাধে চলিয়া যায় তাহাদিগকে স্বচ্ছ এবং বাহাদের ভিতর দিয়া আলোক ঘাইতে পাবে না বিনিলেই চলে তাহাদিগকে অস্বচ্ছ পদার্থ বলে। কতকগুলি পদার্থের ভিতর দিয়া আলো ঘাইতে পাবে বটে কিন্তু আলো প্রভা উজ্জ্বল থাকে না—তাহাদিগকে ঈষদস্বচ্ছ বলে। বস্তুত সকল পদার্থই পাতলা হইলে তাহাদের ভিতর অল্পবিস্তর আলোক যাতায়াত করিতে পাবে। আলোক সকল সময়ে সবল বেধাক্রমে একস্থান হইতে অল্পস্থানে যায়। আলোকের সামনে অস্বচ্ছ পদার্থ ধাবিলে অস্বচ্ছ পদার্থের পশ্চাতে ছায়া পড়ে। আলোক উৎস হইতে কোন বস্তুই ছায়াময় স্থানে পৌঁছাইতে পাবে না। যদি আলোক উৎস বড় হয় এবং অস্বচ্ছ পদার্থ ছোট হয় তবে পশ্চাতে বস্তুত পদার্থ ছায়া ও উপছায়া কিংবা দূর্বল অনুসারে কেবলমাত্র উপছায়া পড়িতে পারে, আলোক উৎসের কোন না কোন স্থান হইতে বস্তু ছায়াময় স্থানে পড়িলে উহাই উপছায়া হইয়া দাঁড়ায়।

সপ্তম প্রশ্নমালা

১। স্বচ্ছ, ঈষদস্বচ্ছ, অস্বচ্ছ পদার্থ ও উপছায়া কাকে বলে? (What are the following :—transparent and opaque bodies and penumbra)

২। ছায়া এবং উপছায়ার প্রভেদ কি চিত্র সাহায্যে বুঝাইয়া দাও। ইহা বা আলো এবং অস্বচ্ছ পদার্থের কোন দিকে পড়ে লিখ। (Explain with a diagram what is the difference between an umbra region and a penumbra region. Write on which side of the light and the opaque body they fall.)

৩। দুইটি এমন পরীক্ষা বর্ণনা কর যাহাতে প্রমাণ করা যায় আলোর গতি সরল রেখা ক্রমে হইয়া থাকে। (Describe two experiments which will prove that light travels in straight lines.)

৪। আলোর গতি যদি সরল রেখা ক্রমে না হইত তবে উপছায়া পড়া সম্ভব হইত না—চিত্র সাহায্যে বুঝাইয়া দাও। (Explain with a diagram—penumbra region would not be found had not light travelled in straight lines.)

অষ্টম পরিচ্ছেদ

আলোক প্রতিফলন ও প্রতিসরণ

অনেকে হয়ত লক্ষ্য করিয়া থাকিবে একটি আয়নার উপর বোদ পড়িলে সেই বোদ আয়না হইতে প্রতিফলিত হইয়া ঘবেব দেওয়ালে, মেঝেয় অথবা অন্ত কোন পদার্থে গিয়া পড়ে, কিন্তু প্রতিফলিত বোদের প্রখরতা কমিয়া যায়। ঠিক আয়নাটির মত যদি একখণ্ড কাঁচ বাখা হয় তবে তাহাতে বোদ পড়ে বটে কিন্তু প্রতিফলিত হয় না। আয়নার তলটি পালিশ করা চক্চকে, মসৃণ, কিন্তু কাঠের তল খস্খসে এবং অমসৃণ। মসৃণ তলে আলো পড়িলে তাহা প্রতিফলিত হয়, যে তল যত মসৃণ সেই তল হইতে তত অধিক আলো প্রতিফলিত হয়। যে তলের উপর আলো পড়িয়া প্রতিফলিত হয় তাহাকে **প্রতিফলক** (Reflector) বলে। তলের বং কাল হইলে, ইহা হইতে আলো প্রতিফলিত হইতে পাবে না। পরীক্ষা করিবার জন্ত আয়না, চক্চকে পালিশ করা পিতলের পাত, এবং অল্প চক্চকে আর একটি পিতলের পাত ও একটি কাল বড়এব চীনা মাটির মসৃণ ফলক লইয়া তাহাদিগকে বোদে ধর। দেখিবে আয়না এবং মসৃণ পিতলের পাত হইতে সব অধিক পরিমাণ বোধ প্রতিফলিত হইয়াছে। অল্প মসৃণ পিতলের পাত হইতে অল্প আলো প্রতিফলিত হইয়াছে অথচ কাল চীনা মাটির মসৃণ তল হইতে আলো প্রতিফলিত হয় নাই।

আপতিত আলোকের সমস্ত অংশই প্রতিফলিত হয় না তাহাব কাৰণ আলোব কিয়দংশ প্রতিফলক শোষণ করিয়া লয়। আপতিত বস্তি প্রতিফলকের উপর যতই তির্যকভাবে পড়ে তত অধিক অংশই ইহার প্রতিফলিত হয়। আলোক যে সকল পদার্থের ভিতর দিয়া যায় তাহাদের তাবতম্যেও প্রতিফলনের হ্রাস বৃদ্ধি নির্ভব কবে। বায়ুব মধ্য দিয়া আলো গিয়া যদি প্রতিফলকে পড়িয়া পুনৰায়

বায়ুৰ মধ্যৱৰ্তী প্ৰতিফলিত হয় তৰে যে পৰিমাণ আলোক প্ৰতিফলিত হয় জলেৰ মধ্য দিয়া গিয়া জলেৰ মধ্যৱৰ্তী ঠিক তত পৰিমাণ আলো প্ৰতিফলিত হয় না। এই জন্তু কাচেৰ আয়নাৰ উপৰ যদি জল পড়ে তৰে প্ৰতিফলিত আলোৰ প্ৰখৰতা কমিয়া যায়।

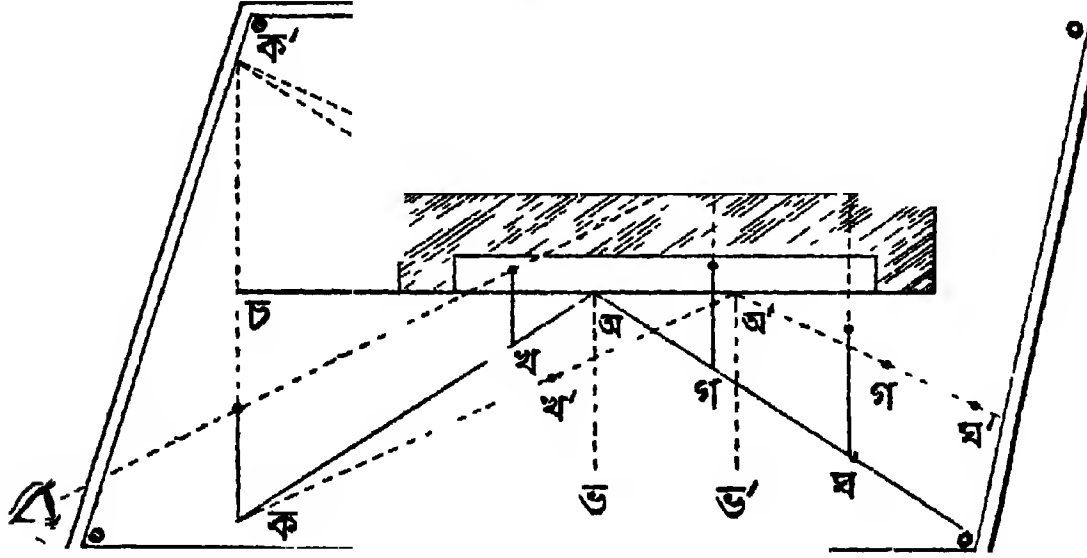
পালিশ কৰা মসৃণ তলেৰ উপৰ উপবোক্ত উপায়ে আলোক পতিত হইয়া পুনৰায় অত্ৰপথে দিবিয়া আসাকে **প্ৰতিফলন** (Reflection) বলা হয়। কোনও একটা আলোক বশি আসিয়া যখন প্ৰতিফলকেৰ উপৰ পড়ে তখন ইহাকে **আপতিত বশি** (Incident ray) বলা হয় এবং যখন প্ৰতিফলিত হইয়া দিবিয়া যায় তখন তাহাকে **প্ৰতিফলিত বশি** (Reflected ray) বলা হয়। প্ৰতিফলকেৰ যে বিন্দুতে আসিয়া বশি পতিত হয় সেই বিন্দু হইতেই প্ৰতিফলিত হয়, এই বিন্দুটিকে **পাতনবিন্দু** (Point of incidence) বলা হয়। এই বিন্দু হইতে প্ৰতিফলকেৰ উপৰ যে লম্ব কল্পনা কৰা হয় তাহাকে **অভিলম্ব** (Normal) বলা হয়। অভিলম্বৰ সহিত আপতিত বশি যে কোণ উৎপন্ন কৰে তাহাকে **আপতন কোণ** (Angle of incidence) এবং অভিলম্বৰ সহিত প্ৰতিফলিত বশি যে কোণ উৎপন্ন কৰে তাহাকে **প্ৰতিফলন কোণ** (Angle of reflection) বলা হয়।

বৈজ্ঞানিকগণ স্থিৰ কৰিয়া'ছন দুইটি বিশিষ্ট নিয়মানীনে এই প্ৰতিফলন ক্ৰিয়া সম্পন্ন হয়।

যথা :—(১) আপতিত বশি, প্ৰতিফলিত বশি ও অভিলম্ব একই সমতলে থাকে। (২) আপতন কোণ ও প্ৰতিফলন কোণ পৰস্পৰ সমান।

পৰীক্ষা—ড্ৰইং বোর্ডে এক টুকুৰা শাদা কাগজেৰ চাবি কোণে পিন দিয়া আটকাইয়া বোর্ড পানি টেবিলেৰ উপৰ বাথ। শাদা কাগজখানিৰ উপৰ কলাব সাহায্যে একটা সবল লেখা টান। এই সবল লেখাৰ উপৰ একখানি ছোট আয়না এমন ভাবে খাড়া কৰিয়া বাথ যেন আয়নাৰ ঠিক পিছন দিকেৰ কলাই এই লেখাৰ সহিত মিলিয়া থাকে। আয়নাটিৰ ঠিক নিচেৰ দিকে খানিকটা অংশ ছোট

একটি আয়ত ক্ষেত্রের মাপে কলাই শূন্য থাকা চাই ; পবে দুইটি বড পিন ঐ আয়নার সামনে বোর্ডের উপর এমনভাবে খাড়া কবিয়া পুঁতিয়া দাও যেন পিন দুইটির পদদেশ সবল বেথা দ্বারা যোগ কবিয়া সবল বেথাটিকে বর্ধিত কবিলে ঐ সরল বেথা আয়নার সহিত একটি স্তম্ভ কোণ উৎপন্ন কবে । মনে কব পিন দুইটির



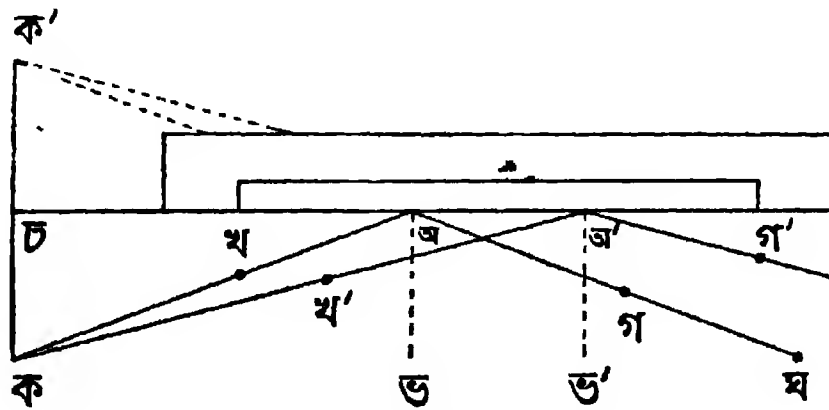
৮১ নং চিত্র—প্রতিফলনের পরীক্ষা

অবস্থান যথাক্রমে ক এবং খ, এইবাব চোখ ফিরাইয়া পিন দুইটির উপর এমন ভাবে লক্ষ্য রাখ যেন পিন দুইটিকে একই সবল বেথায় দেখা যাইবে। এই অবস্থায় চোখ নিবদ্ধ রাখিয়া আবার দুইটি পিন গ এবং ঘ অবস্থানে একপভাবে পুঁতিয়া দাও যেন মনে হয় শেযোক্ত পিন দুইটি পূর্বোক্ত পিন দুইটির প্রতিবিম্বের সহিত একই সবল বেথায় অবস্থান কবে। চাবিটি পিনের অবস্থানে দাগ দিয়া আয়না এবং পিন সবাইয়া লইয়া ক খ এবং গ ঘ সবল বেথাদ্বয় টানিয়া বর্ধিত কবিলে দেখা যাইবে তাহারা পূর্ব সবল বেথার একটি বিন্দু অ তে আসিয়া মিলিত হইবে। অ হইতে পূর্বের সবল বেথার উপর ক খ বা গ ঘ এব দিকেই অ ভ একটি লম্ব টানিলে দেখা যাইবে $\angle ক অ ভ = \angle ঘ অ ভ$, ক অ ভ কোণ আপতন কোণ, এবং ঘ অ ভ কোণ প্রতিফলন কোণ। ইহা বা সমান হইবে (৮১নং চিত্র)।

ক অ, অ ভ, এবং অ ঘ বেখাগুলি যথাক্রমে আপতিত রশ্মি, অভিলম্ব ও প্রতিফলিত রশ্মি বুঝাইতেছে। ইহাবা সকলেই কাগজ খানির তলে অবস্থিত হওয়ায় বুঝা যায় আপতিত রশ্মি, অভিলম্ব এবং প্রতিফলিত রশ্মি, একই তলে অবস্থান করে।

এইবার যদি ক এব অবস্থান ঠিক রাখিয়া খ এব অবস্থান পরিবর্তিত করিয়া খ' অবস্থানে রাখা যায় তবে দেখা যাইবে গ ঘ এবং অ ভ এব অবস্থান যথাক্রমে গ' ঘ' এবং অ' ভ' অবস্থানে আসিয়া পড়িবে। এইরূপ পরীক্ষা করিলে দেখা যায় আলো যদি লম্বভাবে প্রতিফলকে পড়ে তবে সেই পথেই প্রতিফলিত হইয়া ফিবিয়া আসে।

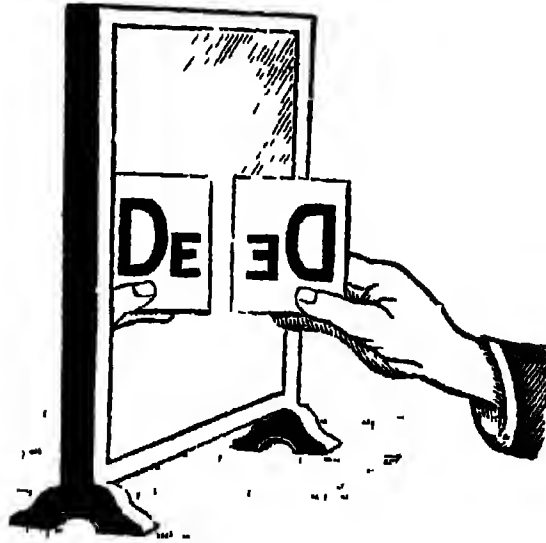
আলোক প্রতিফলনের দ্বিতীয় নিয়মানুসারে প্রমাণ করিতে পারা যায় প্রতিফলক হইতে বস্তু যত দূরে থাকে ইহার প্রতিবিম্বও প্রতিফলক হইতে ঠিক তত দূরেই প্রতিফলিত হয়, ৮২নং চিত্রের সাহায্যে প্রমাণ করিতে পারা যায়



৮২নং চিত্র—প্রতিফলনের নিয়ম

কচ-ক'চ। মনে কর একটি আয়নার সম্মুখে DE এই অক্ষর দুইটি বহিয়াছে। ইহার প্রতিবিম্ব প্রতিফলক হইতে যত দূরে আছে, বিন্দুগুলির প্রতিবিম্বও আয়নাটি হইতে ঠিক ততদূরে পড়িতে দেখা যাইবে। এইরূপে দেখা যায় প্রতিবিম্বটি উল্টাইয়া গিয়াছে। এই জন্ত আমরা যখন আয়নার সামনে দাঁড়াইয়া ডান হাত তুলি তখন প্রতিবিম্বে মনে হয় বাম হাত উঠিতেছে।

প্রতিফলনের নিয়মটির উপর নির্ভর কবিতা একটি ফ্রেমে ঝাঁটা আয়নাকে ফ্রেম

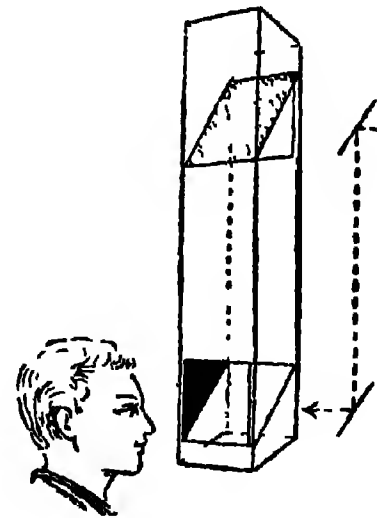


৮৩নং চিত্র—উল্টা প্রতিমূর্তি

হইতে না। খুলিয়াও তাহাব বেধ আন্দাজ কবিতা লইতে পাবা যায়। আয়নার উপর কোন একটি বস্তু রাখিলে আয়নার অপব পৃষ্ঠেব কলাই হইতে বস্তুটি বতদূবে থাকে, কলাই ববা পৃষ্ঠ হইতে ঠিক ততদূবে বস্তুটির প্রতিবিম্ব পড়ে। কাজেই বস্তু ও তাহাব প্রতিবিম্বের মাঝে বতটুকু ফাঁক দেখা যায় তাহাকে অধে'ক কবিতা লইলে আয়নাটির বেধ

পাওয়া যায়।

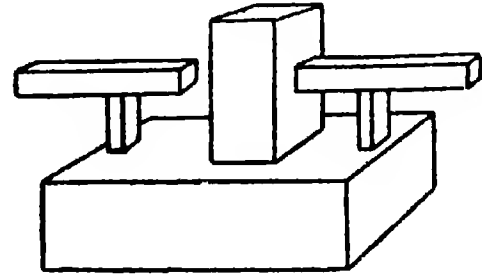
প্রতিফলন ক্রিয়া আমাদের যে কয়টি ব্যবহারিক উপকাৰে লাগে তন্মধ্যে ফুটবল খেলার মাঠের পাশে লোক যে **পেরিস্কোপ** (Periscope) ব্যবহার করে তাহা একটি সবল উদাহরণ। একটি লম্বা কাঠের বা ক্লের ভিতরে, উপরে ও নিচে দুইখানি আয়না মুখো মুখি সমান্তরালভাবে থাকে। আয়নাগুলি দিগন্তের সহিত 45° কোণ কবিতা অবস্থিত থাকে। উপরের আয়নাটি দ্রষ্টব্য পদার্থের দিকে পাতা থাকে, কাজেই নিচের আয়নাটির মুখ ঠিক উপরের আয়নার মুখের বিপরীতদিকে খোলা থাকে। সেই আয়না দেখিলেই দূরের পদার্থ বেশ দেখিতে পাওয়া যায়। মানুষের ভিড়ে যখন দূরের পদার্থ দেখিতে



৮৪নং চিত্র—পেরিস্কোপ

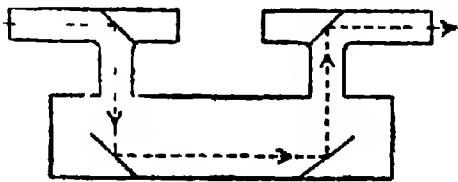
অনুবিধা হয় তখন এই যন্ত্র ব্যবহার কবিলে ইহাব উপবেব আয়নাটি মানুষেব মাথা ছাড়াইয়া উপবে থাকে বলিযা ইহাতে দ্রষ্টব্য পদার্থগুলি প্রতিফলিত হইয়া নিচেব আয়নাৰ পড়ে এবং তাহা হইতে আমবা দ্রষ্টব্যগুলি দেখিতে পাই। চিত্রে তীব চিহ্ন দ্বাবা পেবিক্ষোপে আলোব গতি পথ দেখান হইল। ডুবো জাহাজে এই পেবিক্ষোপেব সাহায্যে জলেব উপবে দূব দূবান্তেব দৃশ্য দেখিযা শত্রুৰ আক্রমণ হইতে আত্মরক্ষা কবিবাব সুযোগ পাওয়া যায়।

প্রতিফলনেব নিয়মেৰ উপব নির্ভব কবিযা আব একটি মজাব যন্ত্র নিৰ্মাণ কবিতে পাবা যায়। দুইটি ফাঁপা নলেব প্রত্যেকটিৰ মধ্যে একটি কবিয়া বাহু আছে। বাহুগুলি পূৰ্বোক্ত নলগুলিৰ সহিত সমকোণ কবিয়া থাকে। এই নলগুলি চিত্রে প্রদৰ্শিত উপায়ে একটি ফাঁপা বাক্সেব উপব বসান থাকে। নলগুলিৰ ভিতৰ চাবি খানি আযনা এমনভাবে বসান থাকে যে একটি



৮৫নং চিত্র—ধাঁধা

নলেব ভিতৰ আলোক বশ্মি প্রবেশ কবিলে প্রথম যে আয়নায় পড়ে তাহা হইতে দ্বিতীয় আয়নায় এবং দ্বিতীয় আয়না হইতে তৃতীয় আয়নায় এবং তৃতীয় আয়না হইতে চতুর্থ আয়নায় এবং চতুর্থ হইতে প্রতিফলিত হইয়া পুনৰায় অপর নল দিয়া বাহিবে চলিযা যায়। এই যন্ত্ৰে যদি দুইটি নলেব



৮৬নং চিত্র—ধাঁধা

একটিৰ বাহিব দিকেব প্রান্তে চোখ রাখা যায় তাহা হইলে অপব নলেব সামনে বক্ষিত পদার্থ দেখা যায়। যদি দুইটি নলেব মাঝে একটি অস্বচ্ছ পদার্থ দিয়া আডালকবা যায় তাহা হইলেও

পূৰ্বোক্ত পদার্থ দেখা যাইবে। ইহাতে মনে হয় যেন যন্ত্রটিৰ সাহায্যে অস্বচ্ছ পদার্থেব মধ্য দিয়াও অন্ত পদার্থ দেখিতে পাওয়া যায়। কিন্তু প্রকৃত

পক্ষে ব্যাপার তাহা নহে। দ্রষ্টব্য পদার্থের প্রতিবিম্ব প্রথম আয়না হইতে দ্বিতীয়, ক্রমে তৃতীয় ও চতুর্থ আয়নায় প্রতিফলিত হইয়া চোখে দেখা যায়। ৮৫নং চিত্রে যন্ত্রটির বহির্গমন ও ৮৬নং চিত্রে আলোক বশ্মির গতিপথ ও যন্ত্র নির্মাণের কোণলটি বুঝান হইল।

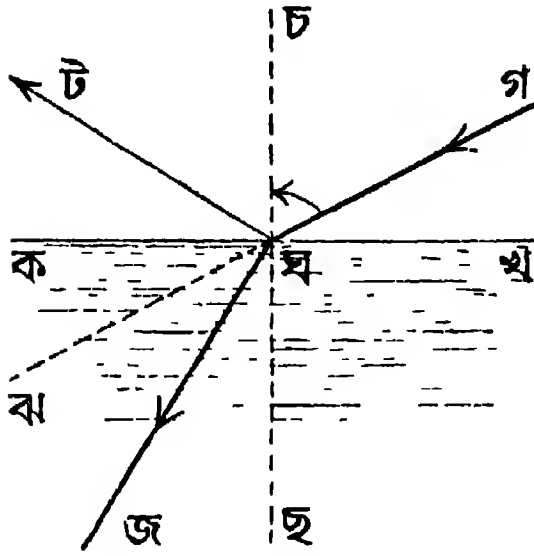
মধ্যযুগে ইউরোপীয়গণ ‘ভূতের নাচ’ দেখিয়া বড়ই আশোদ পাইতেন। এখন যেমন আমবা বঙ্গমঞ্চে অভিনয় কিংবা পর্দায় চলচ্চিত্র দেখিবার জন্ত আনন্দের সহিত মঞ্চের (Auditorium) সম্মুখে সমবেত হই, তাঁহাবাও তেমনি তখন ভূতের নাচ দেখিবার জন্ত মঞ্চের সম্মুখে সমবেত হইতেন। মঞ্চের উপর কিন্তু দৃশ্যপট বা পর্দার পবিবর্তে একখানি বড় কাচ সামনের দিকে হেলাইয়া ঝুলান থাকিত। এই কাচখানির সম্মুখে খানিকটা জায়গা ফাঁকা এবং তাহার পবেই একটি মঞ্চ পর্যন্ত উঁচু দেওয়াল। এই দেওয়ালের ভিতর দিকে একখানি বড় আয়না পূর্বেক্ত কাচখানির সহিত সমান্তরাল ভাবে মুখোমুখি থাকিত। মঞ্চের তলদেশে কোন দৃশ্য বা লোকজন থাকিলে তাহাদের প্রতিবিম্ব নিচের আয়নাতে পড়িয়া উপরের কাচে পড়িত, সেই উপরের কাচের মধ্য দিয়া নিচের আয়নায় প্রতিফলিত দৃশ্য দর্শকগণ দেখিতে পাইতেন। উপরের কাচখানি অন্ধকার থাকিত এবং নিচের আয়না দর্শকগণ দেখিতে পাইতেন না। মঞ্চের নিচে মানুষ বিকট মূর্তি তথাকথিত ভূতের মূর্তি ধারণ করিয়া বীভৎস নৃত্য করিত এবং তাহাবই প্রতিবিম্ব দেখিয়া দর্শকগণ আশোদ পাইতেন (৮৭নং চিত্র)।

প্রতিসরণ :—যে সকল পদার্থের মধ্য দিয়া আলো যাতায়াত করে তাহা-দিগকে আলোর মাধ্যম (Medium) বলে এবং যে সকল মাধ্যমের প্রকৃতি ও গুণ এক বকম তাহাদিগকে সমসত্ত্ব (Homogeneous) মাধ্যম বলে। সমসত্ত্ব মাধ্যমের মধ্যে আলো সবল বেগে ক্রমে যাতায়াত করে, কিন্তু একটি সমসত্ত্ব মাধ্যম হইতে অন্য প্রকার সমসত্ত্ব মাধ্যমে আলো গিয়া পৌঁছিলে যেখানে দুইটি মাধ্যম মিলিত হইয়াছে সেখানে হইতে গতিপথ বাকিয়া পুনরায় সবল বেগাক্রমে



৮৭নং চিত্র—ভূতের নাচ

যাত্রা করে। এইকপ যতবাব মাধ্যম পবিবর্তিত হয় ততবাব আলোব গতি ভিন্ন মুখ হয়। আলোব এই গতি পবিবর্তনেব একটি নির্দিষ্ট নিয়ম আছে। পূর্বে যেমন দেখা গিয়াছে প্রতিফলন হইবার সময় আলো, দুইটি কোণ উৎপন্ন কবে, এক মাধ্যম হইতে অন্য মাধ্যমে প্রবেশ কবিবার এবং বাহিব হইবার সময়ও ঠিক সেইকপ দুইটি কোণ উৎপন্ন কবে—একটি আপতন কোণ এবং একটি প্রতিসরণ



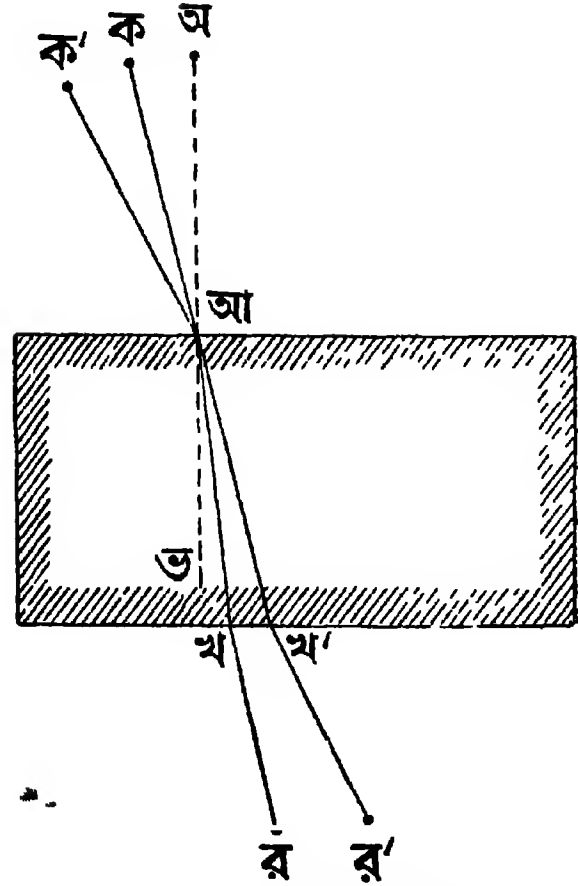
৮৮নং চিত্র—প্রতিসরণ

কোণ। মনে কব চিত্রেব কথ সবল বেখাটি দুইটি মাধ্যমেব মিলন সীমা এবং নি চব মাধ্যমটি উপবেব মাধ্যম অপেক্ষা গুরুতব। গঘ একটি আলোকবশ্মি উপবেব মাধ্যম হইতে আসিয়া কথ বেখাব ঘ এই পাতন বিন্দুতে পৌঁছিল। এক্ষণে ঘ বিন্দুতে কথ বেখাব উপব যে লম্ব বল্লনা কবা যায় তাহাকে **অভিলম্ব** বলে। মনে

কব চছ সেইকপ অভিলম্ব। গঘ আলোকবশ্মি কিন্তু ঘ বিন্দুতে আসিয়াই বাঁকিতে আবন্ত হয় এবং অভিলম্বের দিকে হেলিয়া সবল বেখা ক্রমে নিচেব মাধ্যমে যায়। মনে কব গঘজ বেখা দ্বাৰা তাহাব গতি নির্দেশ কবা হইল। তাহা হইলে গ ঘ চ কোণটি **আপতন কোণ** এবং ছ ঘ জ কোণটি **প্রতিসরিত কোণ** (Angle of refraction)। অতএব লঘুতব মাধ্যম হইতে গুরুতব মাধ্যমে আলোকবশ্মি প্রতিসরিত হইলে প্রতিসরিত বশ্মি অভিলম্বের দিকে হেলিয়া যায়। আবাব গুরুতব মাধ্যম হইতে লঘুতব মাধ্যমে প্রতিসরিত হইলে ইহা অভিলম্ব হইতে দূবে বাঁকিয়া যায়। যদি প্রতিসরণেব পবিবর্তে ঘ বিন্দুতে প্রতিফলন হইত তবে বশ্মিটি ঘট রেখায় ফিবিয়া বাইত। তখন দেখিতাম $\angle চঘগ = \angle টঘচ$ । পরীক্ষাদ্বারা জানা গিয়াছে (১) আপতিত বশ্মি

অভিলম্ব ও প্রতিসবিত বশি, এক সমতলে থাকে। (২) নির্দিষ্ট এক জোড়া মাধ্যমে আপতন কোণেব এবং প্রতিসবিত কোণেব সাইনেব (Sine) অনুপাত নির্দিষ্ট থাকে।

ড্রইং বোর্ডে কাগজ আটবাইষা একটি চৌকা কাচখণ্ড বাখ। তাহাব গাষে—মনে বন আ বিন্দুতে এক পিন পোঁত। পবে ক তে একটি পিন পোঁত এবং ক এ চোখ বাখিয়া পিন দুইটিব মাথাব সোজা চোখ বাখিয়া আব একটি পিন কাচেব অপব দিকে মনে কব খ তে এমন ভাবে পুঁতিয়া দাও যেন তিনটি পিনেব মাথা এক সবলবেখায় দেখায়। তিনটি পিন যদি সমান পোঁতা হয় তবে তিনটিব মাথা

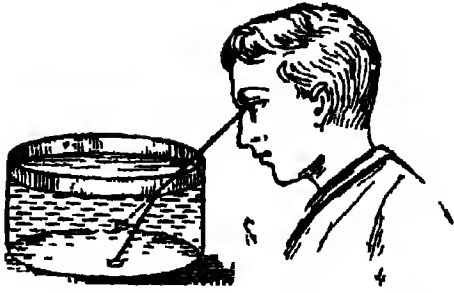


৮৯নং চিত্র—প্রতিসরণের নিয়ম

এক তলে দেখা যাইবে। ইহাতে প্রথম নিয়ম প্রমাণিত হয়। কাচখণ্ড তুলিয়া অভ লম্ব টান। ক আ আ কোণ এবং খ আ ভ কোণ মাপিয়া দেখ। দুই তিনটি অবস্থায় পিনগুলিকে বাখিয়া এইরূপ কোণ বাহিব কবিলে দ্বিতীয় নিয়ম প্রমাণিত হইবে।

প্রতিসরণেব ফল স্বরূপ কয়েকটি ঘটনা আমবা লক্ষ্য কবিয়া থাকি। একটি বাটিতে একটি পয়সা বাগিয়া এমন দূবে দাড়াও যেপান হইতে বাটিব ভিতনেব পয়সাটি মাত্র দেখিতে পাইবে না—বাটিব বাড পয়সাটিকে আডাল কবিয়া যাখিবে। এইবার বাটিতে ক্রমাগত জল ঢাল। দেখিবে পয়সাটি ক্রমে তোমাব দৃষ্টিব গোচরে আসিবে। ইহাব কারণ চোখ হইতে আলোক রশ্মি আসিয়া

জলতলের উপর যখন পড়িল তখন অভিলম্বের দিকে হেলিয়া যাওয়ায় যে

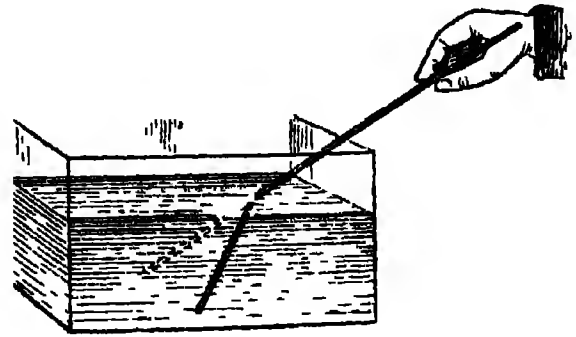


৯০নং চিত্র—প্রতিসরণের ফল

বস্তু পূর্বে পয়সাটির নাগাল পাইতে-
ছিল না এমনে তাহাব নাগাল পাইল
কাজেই পয়সাটি দৃষ্টি গোচরে আসিল।
প্রতিসবিত বস্তু থাকিলেও চোখ হইতে
বস্তু প্রথম যে দিকে বহির্গত হয়
সেই দিকেই বস্তু সকল দেখিতে

পাওয়া যায় বলিয়া মনে হয় বাটির তলাব পয়সাটি কিঞ্চিৎ উপরে উঠিয়া
গিয়াছে।

এই কাবণেই চৌবাচ্চায় জল থাকিলে মনে হয় চৌবাচ্চাব তলদেশটি যেন
কিঞ্চিৎ উপরে উঠিয়া গিয়াছে, কাজেই ইহাকে কম গভীর মনে হয়। একই কাবণে
চৌবাচ্চায় বা পুকুরে কিংবা নদী,
মাগব, উপমাগবে জলের ভিতবে মাছ
দেখিতে পাইলে, তাহাবা যত গভীর
দেশে থাকে আপাত দৃষ্টিতে ঠিক
তত গভীর দেশে আছে বলিয়া মনে
হয় না। সেইজন্য জলের ভিতবে
মাছ শডকি দ্বাৰা বিদ্ধ কবিতে
হইলে আন্দাজ কবিয়া লইতে হয়



৯১নং চিত্র—লঘু হইতে গুরু মাধ্যমে আলোক

প্রকৃতপক্ষে ইহাবা কত গভীর স্থানে আছে। অতুৎপ কাবণেই একখণ্ড পুক
কাচের তলায় বস্কিত কাগজ খণ্ডকে উপর হইতে দেখিলে মনে হয় কাগজ
অনেক উচ্চে উঠিয়া আছে। একটি কাচের পাত্রে জল লইয়া তাহাতে একটি
কাঠি ডুবাইয়া ধরিলে দেখিতে পাওয়া যায় জলের ভিতবে কাঠিটি যেন বাকিয়া
প্রবেশ কবিয়াছে এবং নিমজ্জিত অংশটি ইহাব প্রকৃত আকাব হইতে ক্ষুদ্রতব
মনে হইবে (৯১নং চিত্র)।

মনে কব কাঠিটির শেষ প্রান্তকে পূর্ব পবীক্ষায় কথিত কাবণে কিছু উপবে দেখা গেল। তেমনি নিমজ্জিত কাঠিটির প্রত্যেক বিন্দু সমানুপাতে উপবে দেখা গেল। কাজেই নিমজ্জিত অংশটুকু ছোট মনে হয় এবং দেখা যায় যেন ইহা জলের উপবিতল হইতে বাকিয়া জলে প্রবেশ করিতেছে। ইহাব প্রত্যেক বিন্দু সমানুপাতে উঠিয়া বাওয়ায় নিমজ্জিত অংশের জলের ভিতবে সবলতাব কোন ব্যতিক্রম হয় না।

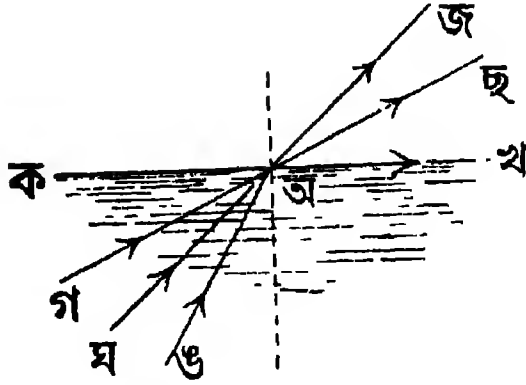
এদি নিমজ্জিত কাঠিটি দাগ কাটা একটি স্কেল হয় তাহা হইলে আমবা সহজেই ধাবণা কবিয়া লইতে পাবি যে ইহাব দাগের মধ্যবর্তী স্থানটুকু জলের উপব হইতে দেখিলে ছোট হইয়া গিয়াছে বিন্দিয়া মনে হইবে। কাঠিটি যত তির্যক ভাবে বাখা হইবে নিমজ্জিত অংশটুকু তত বেশী বাঁকিয়া গিয়াছে বলিয়া মনে হইবে।

পূর্বের চিত্র কয়টির প্রতি লক্ষ্য রাখিলে বেশ বুঝা যায় যে, কোন পদার্থ হইতে আলোক বশ্মি নির্গত হইয়া মাধ্যম পরিবর্তন কবিরাব জন্য নিজের গতি পরিবর্তন কবিলেও যখন সেই বশ্মি আমাদের চোখে আসিয়া পৌছায় তখন চোখ যে মাধ্যমের মধ্যে থাকে সেই মাধ্যমে আলোক বশ্মির গতি যে বেখায় থাকে পদার্থটিকে ঠিক সেই বেখাতেই দেখা যায়।

মনে কব (১ নং চিত্রে) পয়সাটি বাটির একটি বিন্দু। এখন ঐ বিন্দু হইতে আলোক বশ্মি নির্গত হইয়া জল তলের আব একটি বিন্দুতে (যেখানে জলতল ও বায়ু একত্র মিশিয়াছে) আসিয়া পৌঁছিল। এইবাব পূর্ব হইতে অধিকতর তির্যক গতিতে ঐ বশ্মি আসিয়া চেখে পৌঁছিল। যদি চোখ এবং দ্বিতীয় বিন্দু সংযোগকারী বেখাকে বর্ণিত কবা হয় তবে এই বেখাব উপবেই একটি বিন্দুতে পয়সাটি দেখিতে পাওয়া যাইবে। সকল ক্ষেত্রেই এই নিয়ম খাটে।

দেখা গিয়াছে গুরুতর মাধ্যম হইতে লঘুতর মাধ্যমে আলোক বশ্মি প্রতিসবিত হইবাব কালে প্রতিসবিত বশ্মি অভিন্ন হইতে দুবে হেলিয়া পড়ে। মনে কব কখ হইটি মাধ্যমের ছেদক বেখা (২নং চিত্র)। উপবেব মাধ্যমটি লঘুতর, নিচেব

মাধ্যমটি গুরুতর। ও অ বর্ণটি ক খ বেখাব অ বিন্দুতে আপতিত হইয়া অ জ



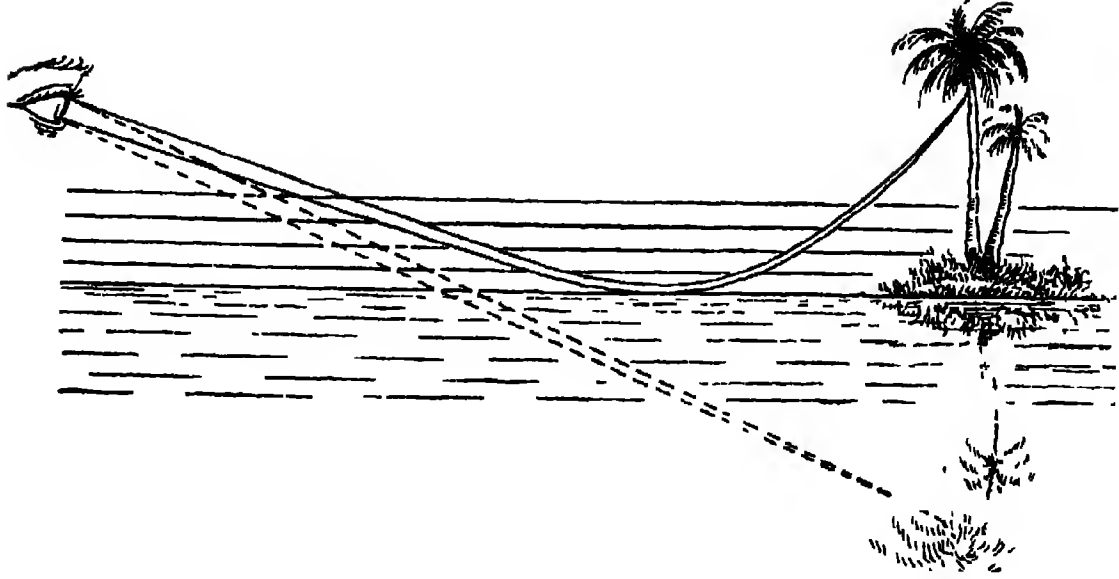
৯২নং চিত্র—পূর্ণ প্রতিফলন

বেখায় প্রতিসরিত হইয়াছে। কিন্তু যদি বর্ণটি ঘ অ বেখায় আসিয়া অ বিন্দুতে আপতিত হয় তখন অ ছ বেখায় প্রতিসরিত হয়। এখন একপ হইতে পারে যে যখন ঐ বর্ণি গ অ বেখায় আসিয়া অ বিন্দুতে আপতিত হয় তখন প্রতিসরিত বর্ণি ক খ বেখাব

সহিত মিলিত হইয়া যায়। এইবার যদি এই বর্ণি আব একটু হেলিয়া পড়ে অর্থাৎ আপতন কোণ যদি আব একটুমাত্র বড় হয় তখন এই বর্ণি আব প্রতিসরিত না হইয়া যে মাধ্যম হইতে প্রথমে নির্গত হইয়াছিল সেই মাধ্যমেই ফিবিয়া আসে। দুইটি মাধ্যমেব মধ্যে একটি মাধ্যমেব আলোক বর্ণি অপর মাধ্যমেব প্রাপ্ত হইতে এইরূপে পুনরাব পূর্ববর্তী মাধ্যমে ফিবিয়া আসাকে আলোকেব **পূর্ণ প্রতিফলন** (Total reflection) বলে। কোন এক মাধ্যমে আপতন কোণ যখন এমন হয়, যে অপর মাধ্যমে আলোকবর্ণি প্রতিসরিত না হইয়া দুইটি মাধ্যমেব ছেদক বেখাব সহিত মিশিয়া যায় তখন ঐ আপতন কোণকে মাধ্যম দুইটির **সঙ্কট** (Critical) কোণ বলে। কেবল মাত্র গুরু মাধ্যম হইতে লঘু মাধ্যমে বর্ণি যাইবার সময় এই কোণ পাওয়া যাইবে।

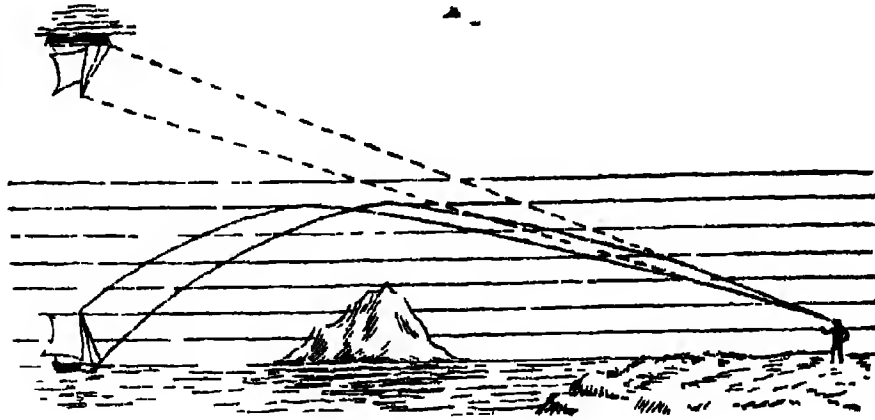
পূর্ণ প্রতিফলনের জন্ত মানুষ প্রাকৃতিক ঘটনাব দ্বারা সময় সময় প্রভাবিত হয়। মকভূমিতে সূর্য কিবণে ভূপৃষ্ঠেব নিকটবর্তী বায়ু উপবেব বায়ু অপেক্ষা অধিক উষ্ণ হওয়ায় লঘু হয়। মনে হয় লঘু হইতে গুরু বায়ুস্তব উপবি উপবি সজ্জিত বহিয়াছে। উপবিস্থিত কোন বস্তু হইতে আলোক বর্ণি ক্রমাগত যখন নিম্নতর বায়ু বাশিব মধ্যে আসে ততই তাহা বা কোন দুই বায়ুস্তবেব মিলন বেখায় যে অভিলম্ব কল্পনা করা হয় তাহা হইতে দূবে সরিয়া যায়। এইরূপে ক্রমাগত

আলোক বশ্মি বাকিয়া অবশেষে এমন এক বায়ুস্তরে আসিয়া পৌঁছায় যখন ঐ



৯৩নং চিত্র—মৃগভূষণিকা

আলোক বশ্মি আন নিচের দিকে না গিয়া পূর্ণ প্রতিফলিত হইয়া পুনরায় উপর দিকে উঠিতে থাকে। এখন যদি মানুষের চোখে এই বশ্মি পতিত হয়



৯৪নং চিত্র—মরীচিকা

তখন ঐ বস্তুই একটি প্রতিবিন্দু সে অল্প দিকে দেখিতে পায। গাছপালাময় কোন জলাশয়েই এইরূপ প্রতিবিন্দু দেখিয়া মকভূমিতে মানুষ দিকভ্রম করিয়া অল্পদিকে নীত হয়। ফলে জলাশয় না পাইয়া তৃষ্ণায় প্রাণ হারায়। হবিগও

এইরূপে প্রভাবিত হয় বলিয়া এইরূপ মায়াকে **মৃগতৃষিকা** বা **মরীচিকা** (Mirage) বলা হয়।

সমুদ্র তীরেও এইরূপ মায়া (Illusion) দেখা যায়। সমুদ্র তীরে নিচেব বায়ু ঘন এবং উপরেব বায়ু লঘু হওয়ায় মকড়মিব মরীচিকাব ঠিক বিপরীত ঘটনা ঘটে। সেখানে সমুদ্রে ভাসমান জাহাজেব প্রতিবিম্ব অনেক সময় আকাশ বক্ষে দেখিতে পাওয়া যায়।

সংক্ষেপ :- মন্থণ তলে পতিত হইয়া আলোক পুনরায় যে দিক হইতে আসিয়াছিল সেই দিকে যিবিয়া যায়—ইহাকে আলোর প্রতিফলন বলে। আপতন রশ্মি, প্রতিফলন রশ্মি ও অভিলম্ব একই তলে থাকে। আপতন কোণ ও প্রতিফলন কোণ সমান। আপতিত আলোর সমস্ত অংশই প্রতিফলিত হয় না কিছু প্রতিসবিতও হয়। কোন একটি বস্তুব কোন অংশ প্রতিফলক হইতে যত দূবে থাকে, প্রতিফলকের পিছনে ঠিক ততদূবে সেই অংশেব প্রতিমূর্তি পড়ে বলিয়া প্রতিমূর্তিকে উল্টা দেখায়। একটি মাধ্যম হইতে অল্প মাধ্যমে আলোক প্রবেশ করাব নাম প্রতি-সরণ। প্রতিসরণকালেও আপতন রশ্মি, অভিলম্ব ও প্রতিসবিত রশ্মি একই সমতলে থাকে এবং আপতন কোণ ও প্রতিসবণ কোণ এক নির্দিষ্ট অনুপাতে হ্রাস বৃদ্ধি পায়। লঘু মাধ্যম হইতে গুরু মাধ্যমে প্রবেশ করিবার কালে আলোক রশ্মি অভিলম্বের দিকে বাঁকিয়া যায় এবং গুরু মাধ্যম হইতে লঘু মাধ্যমে প্রবেশ করিবার কালে অভিলম্ব হইতে দূরে সরিয়া যায়। লঘু মাধ্যম হইতে গুরু মাধ্যমে এইরূপ প্রবেশকালে প্রতিসবিত রশ্মি যখন অভিলম্ব হইতে এত দূবে যায় যে অভিলম্বের সহিত এক সমকোণ হইয়া যায় তখন পূর্ণ প্রতিফলন হয়। পূর্ণ প্রতিফলনেব উচ্চ সমুদ্র বা মকড়মিতে মরীচিকা দৃষ্ট হয়। পূর্ণ প্রতিফলন কালে আপতন কোণেব পরিমাণকে মাধ্যম দুইটির সঙ্কট কোণ বলা হয়।

অষ্টম প্রশ্নমালা

১। প্রতিফলন এবং প্রতিসরণেব নিয়ম কয়টি প্রমাণ করিবার জন্য কি পৰীক্ষা করিবে বর্ণনা কর। (Describe experiments by which you can prove the laws of Reflection and Refraction.)

২। আয়নাতে কতদূবে কি ভাবেব প্রতিবিম্ব দেখা যায় চিত্র সাহায্যে বুঝাইয়া লিখ। (Illustrate with a figure the formation of images after reflection on plain

mirrors showing the distances between the mirror and the object and between the image and the reflecting surface)

৩। পেরিস্কোপ যন্ত্র বর্ণনা কর। (Describe a Periscope.)

৪। জলে ছাউ ডুবাইলে কেন মনে হয় যেন ছড়িটি বাঁকিয়া গিয়াছে ? চৌবাচ্চায় জল থাকিলে উহাকে অগভীর মনে হয় কেন ? (Why a rod seems to be bent when immersed into water ? Why a cistern looks shallow when it is full of water ?)

৫। একটি বাটিতে পয়সা রাখিয়া কিছু দূরে দাঁড়াইলে পয়সাটি দেখা যায় না। বাটিতে জল ঢালিলে পয়সাটি দেখা যাইতে পারে। কেন ? (A coin in a cup is not visible from a certain distance but when water is poured into the cup it may be visible Why ?)

৬। পূর্ণ প্রতিফলন কাহাকে বলে ? (Explain total Reflection ?)

৭। মরুভূমি কেন দেখা যায় লিখ। চোখে একপ ধাঁধা লাগাইতে পারে একরূপ আর একটি প্রাকৃতিক ঘটনা বর্ণনা কর। (Explain the formation of illusion in a desert. Describe another natural optical illusion)

নবম পরিচ্ছেদ

বর্ণ ও রামধনু

ছই শতাব্দিক বৎসর পূর্বে বৈজ্ঞানিকবর নিউটন লক্ষ্য করিয়াছিলেন তে-পলা কাচ (Prism) এর মধ্যে সূর্যালোক প্রবেশ করিয়া যখন বাহির হইয়া

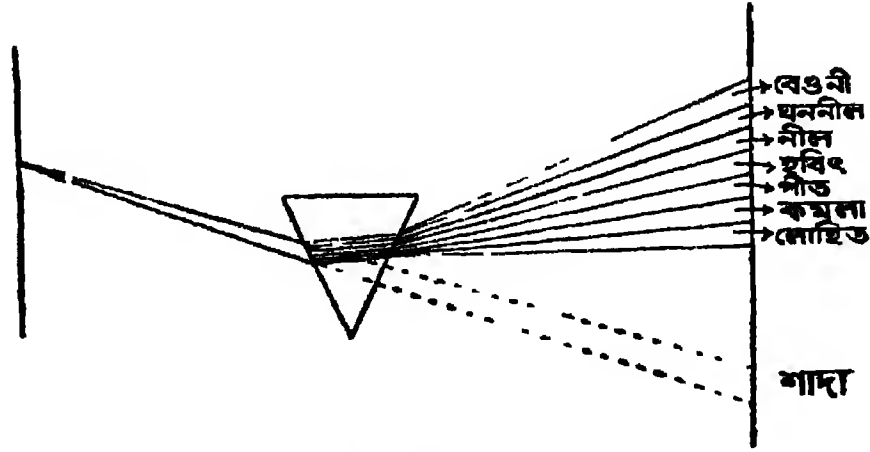


১৫নং চিত্র—বৈজ্ঞানিক নিউটন

আসে তখন ঐ আলোক-বর্ণি বহুবিধ বর্ণে বিভক্ত হইয়া পড়ে এবং তাঙ্গাদেব গতিপথ পূর্ব-গতিপথ হইতে বাকিয়া যায়। বর্ণ কয়টির মধ্যে সাতটি প্রধান—বেগুনে (Violet), ঘোব নীল (Indigo), নীল (Blue) সবুজ (Green), হলুদে (Yellow), কমলালেবু বঙ (Orange) ও লাল (Red)। এই সাতটি বঙের সমন্বয়কে বর্ণালি (Spectrum) বলা হয়। ঝাড় লষ্ঠনে যে সমস্ত তে-পলা কাচের ঝুবি থাকে তাহাব মধ্য দিয়া চাহিয়া দেখিলে তোমবা অনেকে

এমন বঙ দেখিবা থাকিবে। এইরূপ বর্ণালির প্রত্যেক বর্ণের ঔজ্জ্বল্য বা আয়তন

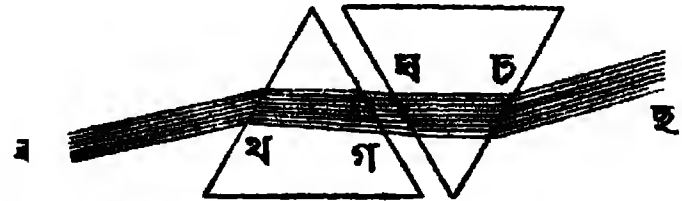
সমান নহে। বেগুনী বঙ সর্বাধিক আয়তন অধিকার কবে বটে, কিন্তু ইলুদে বঙ সর্বাধিক অধিক উজ্জ্বল। আবার ইহাদেব প্রত্যেকটির গতিপথ পূর্বটির অপেক্ষা



৯৬নং চিত্র—বর্ণালি

অধিক বাকিয়া যায়। চিত্র দেখিলে বঝিতে পারিবে লাল বঙ নত বাকিয়া পড়ে, কমলালেবু বঙ তদপেক্ষা অধিক বাকিয়া পড়ে, আবার কমলা লেবু বঙ নত বাকিয়া পড়ে, ইলুদে বঙ তদপেক্ষা অধিক বাকিয়া পড়ে। এইকপে ক্রমশ সবুজ, নীল, ঘন নীল ইত্যাদি, বেগুনী বঙ সর্বাধিক অধিক বাকিয়া পড়ে।

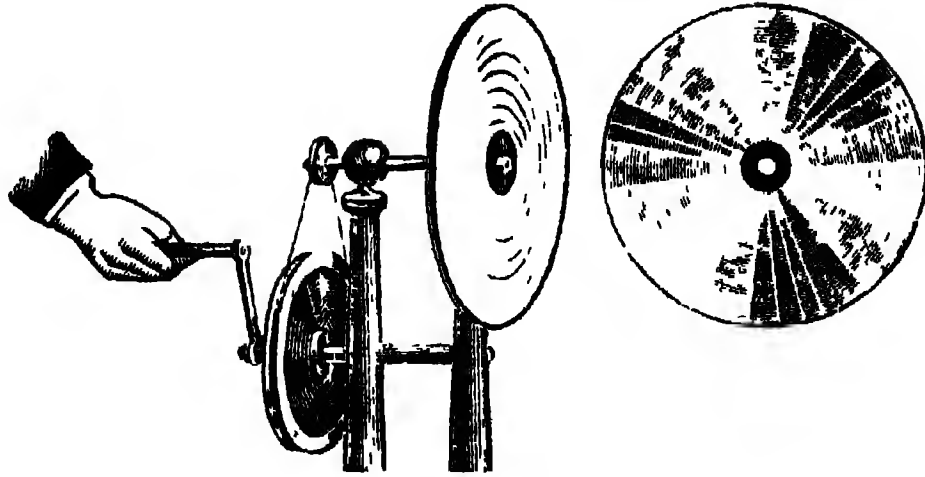
আবার যদি এই সাতটি বঙএব রশ্মি পুনর্বার আবার একটি বিপরীত ভাবে অবস্থিত তেপলা কাচের মধ্য দিয়া গিয়া বাহির হইয়া আসে তবে তখন ইহা পুনর্বার সূর্যবশ্মির ত্যায় বর্ণহীন হইয়া যায়। তাহা হইলে আমরা এইবার স্থির করিয়া বলিতে পারি যে সূর্যবশ্মি প্রকৃতপক্ষে সাতটি বর্ণের



৯৭নং চিত্র—বর্ণালির সংমিশ্রণ

সমষ্টি। বস্তুত সকল শাদা আলোক মাত্রই পূর্বোক্ত সাতটি বর্ণের সমষ্টি। নিউটন সাহেব এই সিদ্ধান্তটি পরীক্ষা দ্বারা প্রত্যক্ষভাবে প্রমাণ করিয়া দেখাইয়াছেন। একটি চক্রাকার পাতকে ৯৮নং চিত্রেব ত্যায় পূর্বোক্ত সাতটি বঙএ

বিভিন্ন অনুরূপে বর্ণিত কবিরা চক্রটিকে জোবে ঘুরাইলেই চক্রটিকে শাদা বঙএব বর্ণিয়া মনে হইবে।



৯৮নং চিত্র—নিউটনের গালি

এইবার পদার্থের বর্ণের কথা ধরা যাউক। আমরা যখন কোন শাদা বঙএব পদার্থ দেখিতে পাই, তখন ধরিয়া লইতে পারি যে ইহার মধ্যে বর্ণগুলির সকল প্রকার বর্ণগুলি বর্তমান আছে। কিন্তু যখন কোন একটি নির্দিষ্ট বর্ণের পদার্থ দেখিতে পাই তখন কি সিদ্ধান্ত কবিতে পারি ?

উপর্যুক্ত প্রশ্নের উত্তর দিবার পূর্বে কয়েকটি কথা জানা আবশ্যক। পূর্বেই জানা গিয়াছে পদার্থের অণুগুলির স্পন্দন হইতে তাপ শক্তির উদ্ভব হয় এবং স্পন্দনের গতির হ্রাস বৃদ্ধির সহিত উষ্ণতার হ্রাস বৃদ্ধি হয়। তেমনই ঈশ্বর তাবঙ্গের মধ্য দিয়া পদার্থের স্পন্দন আমাদের আলোকেব অনুভূতি দেয়। পদার্থের স্পন্দন হইতে উদ্ভূত তাবঙ্গে তাপ ও আলোকেব অনুভূতি পাই বটে কিন্তু উভয় প্রকার তাবঙ্গের পার্থক্য আছে। তাবঙ্গের গতিবেগের হ্রাস বৃদ্ধির উপর যেমন উষ্ণতার হ্রাস বৃদ্ধি নির্ভর করে তেমনই যে তাবঙ্গ হইতে আমরা আলোক পাই তাহার তাবতম্যের জন্য আমরা বিভিন্ন বর্ণের আলোকেব অনুভূতি পাই। সুতরাং আমরা শাদা দেখি কারণ শাদা বঙএবর অনুভূতি জাগাইবার জন্য যতগুলি বর্ণের তাবঙ্গ যে অনুরূপে থাকা দরকার সূর্যের

আলোতে তাহাই বর্তমান বহিয়াছে। আবার যখন কোন বায়বীয় পদার্থের লাল, হলুদে বড়ের শিখা দেখি তখন বুঝিতে হইবে ইহাতে নীল বা অন্ত বর্ণের তবঙ্গের অভাব আছে।

বিভিন্ন পরীক্ষা দ্বারা নিউটন সাহেব ঠিক কবিতাছিলেন যে স্বচ্ছ ইউক আন অস্বচ্ছ ইউক কোন পদার্থের নিজস্ব বর্ণ কিছুই নাই; তবে যে তাহাদিগকে কোন এক নির্দিষ্ট বর্ণের দেখি তাহা কেবলমাত্র তাহাদের বিশিষ্ট বর্ণের তবঙ্গ শোষণের ফলে।

যখন শাদা বস্তু আলো কোন একবর্ণের অস্বচ্ছ পদার্থের উপর পড়ে তখন ইহা বর্ণালির বিভিন্ন বর্ণে বিশ্লিষ্ট হইয়া যায় এবং তাহাদের কতকগুলি বর্ণ ইহা প্রতিফলিত করে এবং অবশিষ্টগুলি শোষণ কবিতা হয়। কাজেই যে বর্ণগুলি ইহা প্রতিফলিত করে পদার্থটিকে সেই সেই বর্ণের বলিয়া মনে হয়।

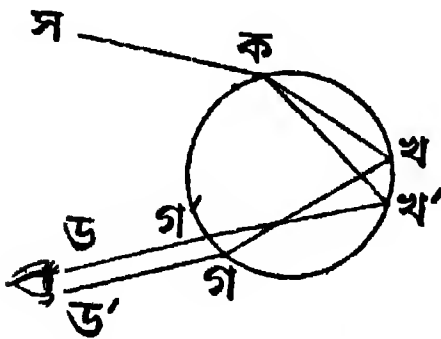
তাহা হইলে একটি লালবর্ণের ফুলকে আমবা লাল দেখি ইহাব কাবণ ঐ বুল সূর্যালোকেব বর্ণালিব সমস্ত বর্ণ শোষণ কবিতা মাত্র আমাদেব চোখে লাল বস্তুটি ফিরাইয়া দেয়। অতএব যে পদার্থ বর্ণালিব সমস্ত বর্ণই আমাদেব চোখে ফিরাইয়া দেয় তাহাকে আমবা শাদা দেখি। আবার যে পদার্থ বর্ণালিব কোন বর্ণই আমাদেব চোখে ফিরাইয়া দিতে পাবে না তাহাকে কাল বস্তু বলিয়া মনে কবি। বস্তুত কালিমা কোন একটি নির্দিষ্ট বস্তু নহে, সকল বর্ণের অভাবই কাল বস্তু।

সূর্যালোকে একটি বিশিষ্ট বর্ণের পদার্থকে যেমন দেখাম অন্ত বস্তু আলোকে পদার্থটিকে ঠিক সেই বস্তু বস্তু দেখায় না। শাদা সূর্যালোকে যে ফুলটিকে শাদা দেখায় লাল আলোকে সেই ফুলই লাল দেখায় এবং সবুজ আলোকে সবুজ দেখায়। আবার সূর্যালোকে যে পদার্থকে লাল দেখায় লাল আলোকে তাহা অধিকতর লাল দেখায়, কিন্তু বর্ণালির অন্ত কোন আলোকে যদি ঐ লাল পদার্থটিকে ধরা হয় তবে উহাকে কাল দেখাইবে।

কাষণ পদার্থ টি কেবলমাত্র লাল বর্ণ ই প্রতিফলিত কবিতো পাৰে বাকি সমস্ত বর্ণ শোষণ কবিন্না লয় ।

রামধনু—আকাশে আমরা যে বায়ুধনু দেখি তাহা জলকণাব মধ্য দিয়া সূর্যবশ্মির বিশ্লেষণ ভিন্ন আব অত কিছুই নহে । বৃষ্টি হইবার ঠিক পূর্বে কিংবা পবে বায়ু-মণ্ডলে ভাসমান জলকণাগুলি অপেক্ষাকৃত বড় হয় । তখন এই জলকণাগুলি তে-পলা কাচেৰ গ্ৰায় কাৰ্য্য কৰে । সূর্যবশ্মি আসিয়া এই জলকণায় পড়িলে জলকণাব মধ্য দিয়া প্রতিসৰিত হইয়া এই জলকণাব মধ্যই পূৰ্ণ প্রতিফলিত হয় এবং শেষে ঐ প্রতিফলিত বশ্মি পুনৰায় প্রতিসৰিত হইয়া আমাদেৰ চোখে আসিয়া পৌছায় । কিন্তু জলকণায় আসিয়া সূর্যবশ্মি বিশ্লিষ্ট হওয়াৰ আমবা বর্ণালি দেখিতে পাই । অনেকগুলি জলকণায় এইরূপ বর্ণালিব একত্ৰ সমাবেশকেই আকাশে আমবা অধ বৃত্তাকার বামধনুকপে দেখিতে পাই ।

মনে কব স সূর্য । উহাব একটি বশ্মি স ক আসিয়া একটি জলকণাব ক বিন্দুতে পতিত হইয়া জলকণাব মধ্যই প্রতিসৰিত ও বিশ্লিষ্ট হইয়া জলকণাব



খ খ' সীমাব মধ্যে বহিল । পবে এই খ ও খ' বিন্দু হইতে পূৰ্ণ প্রতিফলিত হইয়া ইহা যথাক্রমে জলকণাব গ গ' বিন্দু হইতে প্রতিসৰিত হইয়া আমাদেব চোখে ড ড' স্থানে আসিয়া পড়িল । এখন সূর্যেব বশ্মি বর্ণালিব বর্ণ সমষ্টিতে

৯৯ং চিত্ৰ—রামধনুর জলকণায় সূর্যবশ্মির বিশ্লেষণ বিশ্লিষ্ট হইয়া গিয়াছে । এইরূপ বহু জলকণাব বর্ণালি আমাদেব চোখে বিশাল রামধনুব আকাৰে দেখা দেয় । চিত্ৰ দেখিলে স্পষ্টই বুঝা যায় সূর্য যে দিকে থাকে বামধনু ঠিক তাহাব বিপৰীত দিকে দেখা যায় । এইজন্য সকালে বামধনু দেখা দিলে উহাকে পশ্চিমাকাশে, এবং বিকালে দেখা দিলে পূৰ্বাকাশে দেখা যায় ।

অনেক সময়ে একটি রামধনু কিছু দূরে অথবা একটি রামধনু দেখা যায়। তখন কিন্তু দুইটি রামধনু বর্ণবিশ্রাস ক্রমে বিপরীত হইয়া যায়। একটির উপর দিকে লাল থাকিলে অত্রটির উপর দিকে বেগুণী এবং পব পব অত্রা অত্র বর্ণগুলি পর্যায়ক্রমে সাজান থাকে। রামধনু আকাশে দেখা দিলে বুঝা যায়, হয় সেই স্থানে অল্প পূর্বেই বৃষ্টি হইয়া গিয়াছে নতুবা শীঘ্রই বৃষ্টি হইবার সম্ভাবনা আছে। তাহাব কাবণ, ঐ সময় জলকণাগুলি বড় না হইলে বর্ণালি সৃষ্টি করিতে পারে না। কিন্তু জলকণাগুলি বড় হইলে ভাবি হইয়া পড়িয়া বাইবার সম্ভাবনা থাকে।

কৃত্রিম উপায়েও রামধনু মত অধঃস্থতাকার বর্ণালি প্রস্তুত করিতে পারা যায়। সূর্যের দিকে পিছন করিয়া কোন জলপাত্রেব উপর জলের কুলি করিলে যে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জলকণাব সৃষ্টি হয় তন্মধ্য দিয়া সূর্যবশি প্রতিসরণের ফলে জলপাত্রেব উপর রামধনু ত্রায় বর্ণালি দেখিতে পাওয়া যায়। জলপ্রপাতেও অনুরূপ কাবণে রামধনু ত্রায় বর্ণালি দেখিতে পাওয়া যায়।

সংক্ষেপ :—তে-পলা কাচের মধ্য দিয়া শাদা আলো বাইলে উহার সাতটি বিভিন্ন বর্ণে বিভক্ত হইয়া যায়, বস্তুত শাদা রঙ ঐ সাতটি বর্ণের সমাবেশ মাত্র। দুইটি তে-পলা কাচ বিপরীত ভাবে বসাইয়া তাহার মধ্যে আলোক প্রবেশ করাইলে কিন্তু বিভিন্ন রঙে বিভক্ত হইবে না। যে পদার্থের রঙ শাদা, বৃষ্টিতে হইবে তাহাতে সাতটি বর্ণ নির্দিষ্ট অনুপাতে আছে। যে বস্তুর রং কাল বৃষ্টিতে হইবে তাহাতে কোন বর্ণই নাই। এতদ্বিধা যাহার যে রঙ, বৃষ্টিতে হইবে সেই পদার্থ বর্ণালি মাত্র সেই বং ত্যাগ করিয়াছে। আলোকের রং অনুসারে দৃশ্যমান পদার্থের রং বদলাইয়া যায়। সূর্যালোকে বাহা শাদা দেখায়, লাল আলোকে তাহাকে লাল দেখাইবে, নীল আলোকে তাহাকে নীল দেখাইবে ইত্যাদি। বায়ুমণ্ডলে জলীয় কণা তে-পলা কাচের কাজ করে। তাই রোক্ত পড়িলে ইহা হইতে সূর্যালোক বিচ্ছিন্ন হইয়া সূর্যের বিপরীত দিকে রামধনু সৃষ্টি করে।

নবম প্রশ্নমালা

১। বর্ণালি কাকে বলে? একটি পদার্থ বর্ণালি দেখাইতে হইলে কিরূপে তাহা পারা যায় বিস্তৃতভাবে লিখ। বর্ণালির বর্ণগুলি পর্যায়ক্রমে লিখ (What is a spectrum? Describe

in detail how can you produce spectrum on a screen Write down the colours of light in order of their being dispersed in a spectrum)

২। এমন দুইটি পরীক্ষা বর্ণনা কর যাহাতে প্রত্যক্ষভাবে প্রমাণ কবিতে পাৰা যায় শাদা বস্তুসাতটি বিভিন্ন বর্ণের সমাবেশ মাত্র। (Describe two experiments which can directly prove that white colour is composed of seven different colours only)

৩। বুঝাইয়া দাও ‘পদার্থের নিজস্ব বর্ণ নাই’। কোন একটি পদার্থের বর্ণ কাল বা অশু কোন একটি নির্দিষ্ট বর্ণ হয় কেন? (Prove, matters have no colour of their own Why does a certain substance take black or some other colour?)

৪। বিভিন্ন বর্ণের আলোকে একটি নির্দিষ্ট বর্ণের পদার্থ কি একই রকম দেখা যায়? বিস্তৃত ভাবে বুঝাইয়া উত্তর দাও। (Answer, explaining in detail—does a substance retain the same colour when lights of different colours fall on it?)

৫। রামধনু কিকপে উৎপন্ন হইয়া লিখ। (Explain the formation of a rainbow)

[কঃ বিঃ ১৯৪০]

৬। বৃষ্টি হইবার কিছু আগে কিংবা কিছু পরে রামধনু দেখা যায় কেন? (Why rainbow is seen just before or after a shower of rain?)

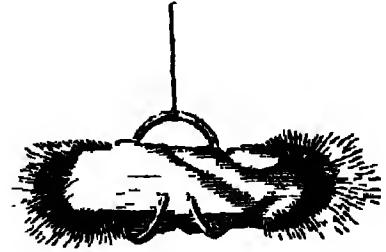
দশম পরিচ্ছেদ

চুম্বকতত্ত্ব

চুম্বক

বাজাবে অল্পদামে চুম্বক কিনিতে পাওয়া যায়, এবং তাহা যে লোহাকে টানে, তাহা বোধ হয় তোমবা জান, সেগুলি কৃত্রিম চুম্বক। ভূগর্ভে এক প্রকার প্রস্তুত পাওয়া যায়, তাহাও লোহা আকর্ষণ করে। পুরাবালীন ইতিবৃত্তে জানা যায় যে প্রায় তিন হাজার বৎসর পূর্বেও এই পাথরের লৌহ-আকর্ষণী শক্তির বিষয় চীনদেশের লোকেরা জানিত

ইহাকে স্বভাবজ চুম্বক (Natural magnet) বলে। বাসায়নিক বিশ্লেষণ দ্বারা জানা গিয়াছে যে, ইহা লৌহ এবং অক্সিজেনের মিলনে গঠিত। চিত্রে দেখ, এইরূপ একটি স্বভাবজ চুম্বকখণ্ড লোহচূর্ণে

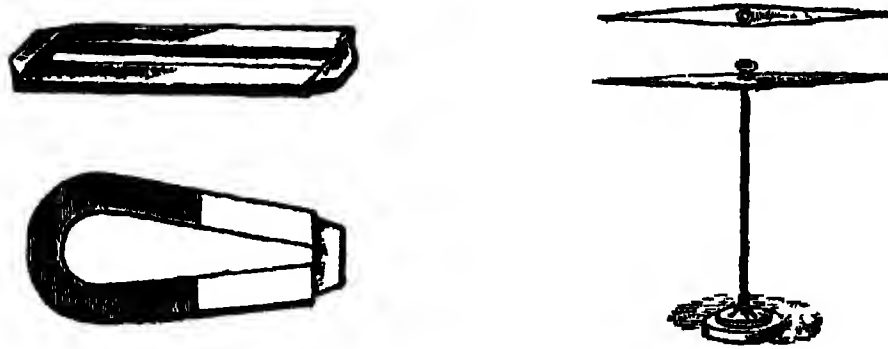


...নং চিত্র—স্বভাবজ চুম্বক

ডুবাইতে লৌহ চূর্ণগুলি আকৃষ্ট হইয়া। কিন্তপে ইহাব গায়ে লাগিয়া বহিয়াছে। আবার একটি সূতাৰ দ্বারা এই চুম্বকখণ্ডটিকে ঝুলাইয়া দিলে ইহাব একপ্রান্ত সর্বদা উত্তরদিকে ও অপৰ প্রান্ত দক্ষিণদিকে ফিবিয়া থাকে। ইহাব এই গুণ জানিয়া বহুদিন হইতেই সমুদ্রে দিও নির্ণয় করিবার জন্ত নাবিকগণ ইহা ব্যবহার করিয়া আসিতেছেন, এইজন্য ইহাব আৰ একটি নাম চালক-পাথর (Lode stone)।

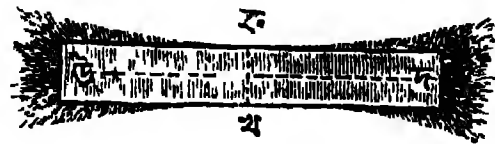
স্বভাবজ চুম্বকের লৌহাকর্ষণী শক্তি বড় অল্প, আকৃতিবও কিছু স্থিৰতা নাই। এইজন্য ইহার পবিবর্তে কৃত্রিমচুম্বক ব্যবহৃত হয়। কৃত্রিমচুম্বক সাধারণত

তিনটি বিভিন্ন আকারে প্রস্তুত হয় ; ১০১নং চিত্রে উহা প্রদর্শিত হইল। দেখ প্রথমটির আকৃতি দণ্ডের আকার ও দ্বিতীয়টির আকৃতি অশ্বখুরের আকার। তৃতীয় প্রকারের আকৃতিবিশিষ্ট চুম্বককে কাঁটাচুম্বক বলা হয়। ইহাদেব মধ্যে প্রথমটিকে



১০১নং চিত্র—কৃত্রিম চুম্বকের আকৃতি

লইয়া লোহচূর্ণে ডুবাইয়া তুলিয়া ধব। দেখ চুম্বকটির দুই প্রান্তে (১০২নং চিত্র) প্রচুর পরিমাণে লৌহচূর্ণ লাগিয়া আছে, মধ্যস্থানে একেবারে লাগে নাই এবং প্রান্তদ্বয় হইতে মধ্যস্থল পর্যন্ত স্থানে আকৃষ্ট লৌহচূর্ণ ক্রমশ কমিয়া আসিয়াছে। চুম্বকটির দুই প্রান্ত যে যে স্থানে আকর্ষণী শক্তি সর্বাপেক্ষা অধিক, তাহাদিগকে চুম্বকের **মেরু** (Poles) বলে। এখন চুম্বকদণ্ডটিকে স্থতা দ্বারা ঝুলাইয়া দিলে দেখিবে যে দণ্ডটি কয়েকবার এদিক ওদিক ছলিয়া স্বভাবজ চুম্বকের আকার উদ্ভবদক্ষিণে স্থিতি হইয়া দাঁড়াইবে।



১০২নং চিত্র—চুম্বকের মেরু

চুম্বকের যে প্রান্ত উত্তর দিকে ফিবিয়া থাকে, সেই প্রান্তের মেরুকে উত্তর-দর্শী মেরু বা সংক্ষেপে **উত্তর মেরু** এবং অপরটিকে দক্ষিণ-দর্শী মেরু বা **দক্ষিণ মেরু** বলে। একটি দণ্ডচুম্বককে মধ্যস্থলে বাঁকাইলে উহা অশ্বখুরের আকার ধারণ করে। উহা দুই মেরু পরস্পরের নিকটবর্তী হওয়ায় উহা প্রান্তদেশে লৌহাকর্ষণী শক্তি সমধিক বর্ধিত হয় ; লৌহচূর্ণে ডুবাইয়া দেখ,

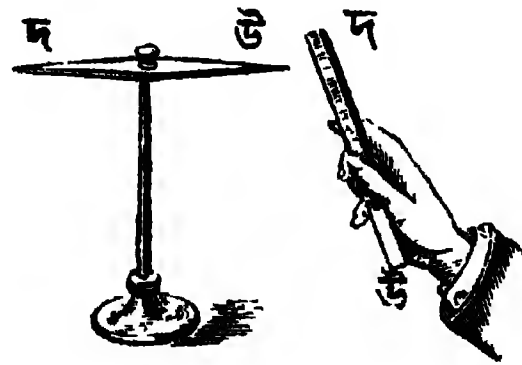
কত অধিক পরিমাণে লৌহচূর্ণ আকৃষ্ট হইরাছে। কাঁটাচুম্বকের মধ্যস্থলে একটি ক্ষুদ্র সাদা পাথরের কীলক থাকে এবং উহা একটি সূক্ষ্মাণ সূচের উপর রক্ষিত হয়। একটু নাড়াইয়া দিলে, ইহা আশে পাশে ঘুরিয়া শেষে উত্তর-দক্ষিণে স্থির হইয়া থাকে।

একটি নিকেলের ছুরানি, কপাৰ আধুনি, কাচের বা সোনার বোতাম, এক টুকুৰা কাগজ, এক টুকুৰা লোহা ইত্যাদি লইয়া পরীক্ষা করিলে দেখিবে যে, ইহাদেব মধ্যে কেবলমাত্র লোহাব উপর চুম্বকের আকর্ষণ বেশী, নিকেলের উপর খুব কম এবং অন্যান্য বস্তুগুলির উপর মোটে নাই।

একটি কাচের প্লেটের উপর কিছু লৌহচূর্ণ রাখিয়া তাহাব অপব পৃষ্ঠে একটি দণ্ডচুম্বক নাড়াচাড়া কবিলে দেখিবে, লৌহচূর্ণ উহাব সঙ্গে সঙ্গে প্লেটের উপর সবিতে থাকিবে। এইকপে প্রমাণ করা যায় যে কাচ, কাগজ জল, কাঁঠ প্রভৃতির মধ্য দিয়াও চুম্বক লৌহকে আকর্ষণ কবিতে পারে।

চুম্বকের ধর্ম :—একটি দণ্ড-চুম্বককে সূতায় ঝুলাইয়া তাহাব উত্তর-মেরু বা একটি কাঁটা চুম্বকের উত্তর-মেরু খড়ি দিয়া ক্ষুণ্ণিত কন। একটি কাঁটাচুম্বক লও, উহা উত্তর দক্ষিণে স্থির হইয়া

দাঁড়াইলে দণ্ডচুম্বকের উত্তরমেরু উহাব উত্তরমেরুর কাছে ধীবে আনিতে থাক, দেখ কাঁটার উত্তরমেরুটি ক্রমশ দূরে সরিয়া বাইতেছে। এইবার দণ্ডচুম্বকের উত্তরমেরু কাঁটার দক্ষিণ-মেরুর নিকট লইয়া আসিলে দেখিবে যে,



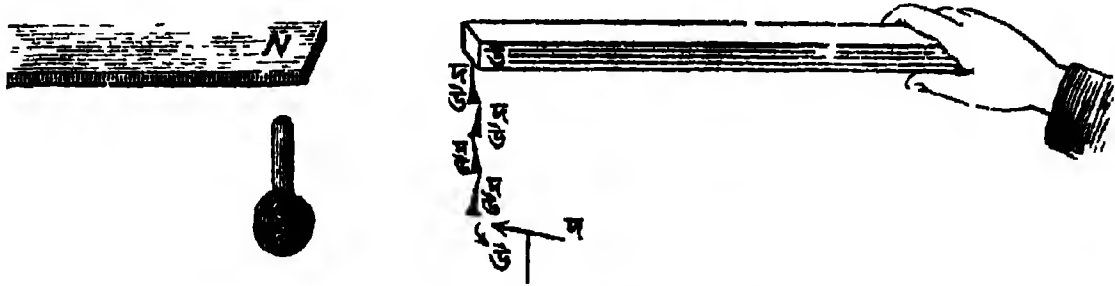
১০৩নং চিত্র—চুম্বকের মেরু

কাঁটার এই প্রাক্কটি আকৃষ্ট হইতেছে। একপে চুম্বকদণ্ডের দক্ষিণ-মেরু কাঁটার দক্ষিণমেরুকে বিকর্ষিত করিবে এবং উত্তরমেরুকে আকৃষ্ট করিবে (১০৩নং চিত্র)। অতএব জানা গেল যে, সমপ্রকৃতি বিশিষ্ট দুইটি মেরু

পরস্পর বিকর্ষণ করে এবং ভিন্ন প্রকৃতির দুইটি মেরু পরস্পর আকর্ষণ করে।

আবার দেখ, কাঁচা চুম্বকের উত্তর মেরু হইতে দণ্ডচুম্বকের উত্তর মেরুটি দূরে ধবিলে বিকর্ষণ অতি সামান্যই হইবে; কিন্তু দণ্ডচুম্বকে কাছে আনিলেই বিকর্ষণ অধিক হইবে। অতএব দূরত্ব কমিলে চুম্বকের আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বর্ধিত হয় এবং দূরত্ব বাড়িলে উহা কমিয়া যায়।

একটি কাঁচালোহার টুকরা লৌহচূর্ণের উপর ধবিয়া দেখ, উহা লৌহচূর্ণকে আকর্ষণ করিতেছে না, কিন্তু যদি ঐ কাঁচা লোহার টুকরার উপরে একটি দণ্ডচুম্বকের এক প্রান্ত ধরা যায়, তবে দেখিবে লৌহচূর্ণ আকৃষ্ট হইয়া কাঁচালোহার



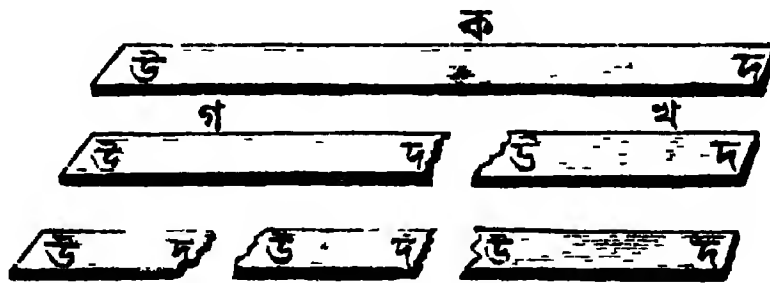
১০৪নং চিত্র—চুম্বক শক্তির আবেশ

পায়ে লাগিতেছে (১০৪নং চিত্র)। আবার চুম্বকটি সবাইয়া লইলে সমস্ত লৌহচূর্ণগুলি খসিয়া পড়িবে। লৌহখণ্ডটি চুম্বকের নিকট আসিলে অথবা ইহাকে স্পর্শ করিলে অস্থায়ী চুম্বকে পরিণত হয়, এই ব্যাপ্যাকে চুম্বকশক্তির আবেশ (Magnetic induction) বলে।

লৌহখণ্ড কোনও একটি স্থায়ী চুম্বকের দ্বারা একরূপে আবিষ্ট হইয়া দ্বিতীয় আর একটি লৌহখণ্ডকে আবিষ্ট করিতে পারে, দ্বিতীয়টি আবার আর একটিকে আবিষ্ট করিতে পারে। বলা বাহুল্য, এই আবেশ-শক্তি পব পর ক্রমশ কমিতে থাকে। চিত্রে দেখ, একটি চুম্বকে কতগুলি কাঁচা পেনকে এইরূপে আবিষ্ট হইয়া ঝুলিতেছে।

ধব, একটি লৌহখণ্ড চুম্বকধর্ম বিশিষ্ট কিনা পরীক্ষা করিতে হইবে। ইহাব এক প্রান্ত চিহ্নিত করিয়া একটি কাঁটাচুম্বকেব উভয় মেরুব কাছে পব পব ধব। যদি দেখা যায় উভয় ক্ষেত্রেই কাঁটা ইহাব প্রতি আকৃষ্ট হইতেছে, তবে উহা চুম্বক হইতেই পারে না, যদি চুম্বক হইত, তবে কাঁটার এক প্রান্তে আকর্ষণ এবং অন্য প্রান্তে বিকর্ষণ হইত। কোনও বস্তু চুম্বক কি না, বিকর্ষণ দ্বাবাই সঠিক নির্ণীত হয়।

তোমরা বোধ হয় জান, ঘড়ির স্প্রিং খুব ভাল ইম্পাতে প্রস্তুত হয়। একটি স্প্রিং হইতে তিন চাবি ইঞ্চি লম্বা একটি টুকু ভাঙ্গিয়া লও এবং নিম্নবর্ণিত উপায়ে এই স্প্রিং টুকুটিকে চুম্বকে পরিণত কর। ইহাব দুই প্রান্তে দুই মেরু সৃষ্ট হইবে, কিন্তু মাঝখানে কোনও চুম্বকশক্তি থাকিবে না। এখন টুকুটিকে মাঝামাঝি ভাঙ্গিলে দেখা যাইবে, প্রত্যেক টুকুটাই এক একটি পৃথক চুম্বক হইয়াছে (১০৫নং চিত্র)। প্রত্যেকেবই ভগ্নপ্রান্তে তাহাব অপব প্রান্তস্থ মেরুব বিপরীত-ধর্ম বিশিষ্ট

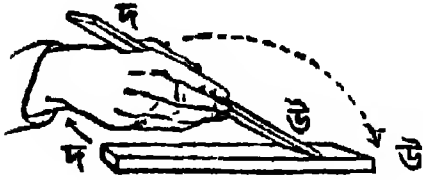


১০৫নং চিত্র ভগ্ন চুম্বক

মেরুব আবির্ভাব হইয়াছে। পুনরায় এই দুইটি টুকুটিকে ভাঙ্গিয়া ছোট ছোট টুকু কবিলে দেখা যায় যে, প্রত্যেক টুকুটাই এক একটি স্বতন্ত্র চুম্বক। তোমাদিগকে পূর্বেই বলিয়াছি, পদার্থমাত্রই বহু অণুব সমষ্টি। অতএব বলা যাইতে পারে, যে, চুম্বকেব অণুমাত্রই এক একটি অতি ক্ষুদ্র চুম্বক। বস্তুত, বৈজ্ঞানিকগণ বলেন যে, লৌহমাত্রেরই অণুগুলি এক একটি চুম্বক। সাধারণ অবস্থায় এই আণবিক চুম্বকগুলি এলোমেলো ভাবে থাকে বলিয়া লৌহখণ্ডেব চুম্বকশক্তির কোনও পরিচয় পাওয়া যায় না। যখন কোনও লৌহখণ্ডকে চুম্বকে পরিণত করা

হয়, তখন এই আণবিক চুম্বকগুলি নিম্নমিতভাবে সজ্জিত হয়। উত্তাপ যোগে ইহা বা আবার এলোমেলো হইয়া যায় বলিয়া লৌহদণ্ডের চুম্বকশক্তি নষ্ট হইয়া যায়।

চুম্বকন (Magnetisation) :—সাধারণ লৌহফলককে চুম্বক কবিত্তে হইলে, একটি স্থায়ী চুম্বকের প্রযোজন। লৌহফলকটি টেবিলের উপর রাখিয়া চুম্বকের একটি মেরু, ধব উত্তর-মেরু, উক্ত ফলকের একপ্রান্তে রাখ, পরে উহাকে লৌহ-

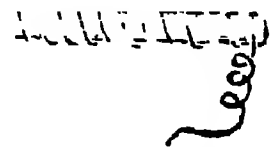


১০৬নং চিত্র—চুম্বকন

ফলকটির উপর চাপিয়া অপব প্রান্ত পর্যন্ত ঘসিয়া যাও (১০৬ চিত্র)। তথা হইতে চুম্বক তুলিয়া লইয়া পুনরায় লৌহফলকটির গোড়া হইতে শেষ পর্যন্ত ঘসিয়া যাও। কিছুক্ষণ এইরূপ করিবার পর লৌহ-

ফলকটি চুম্বকে পরিণত হইবে। এক্ষণে একটি কাটাচুম্বকের সাহায্যে পরীক্ষা করিয়া দেখ যে, লৌহফলকটির যে প্রান্ত হইতে স্থায়ী চুম্বকটির উত্তরমেরু বাবে বাবে তুলিয়া লওয়া হইতেছিল, সেই প্রান্তে দক্ষিণ-মেরু এবং অপব প্রান্তে উত্তরমেরু হইয়াছে। লৌহফলকটির এক পৃষ্ঠ এইরূপে কিছুক্ষণ ঘসা হইলে উল্টাইয়া উহাৰ অপব পৃষ্ঠে ঐরূপ ভাবে চুম্বক ঘসিলে ইহাৰ শক্তি বর্ধিত হয়।

কাঁচালোহা চুম্বকে পরিণত হইলে উহাৰ চুম্বকত্ব শীঘ্রই নষ্ট হইয়া যায়, কিন্তু ভাল ইস্পাতকে চুম্বক কবিলে উহাৰ চুম্বকত্ব বহুকাল স্থায়ী হয়। এইজন্য স্থায়ী চুম্বক ইস্পাতেই প্রস্তুত হয়। স্থায়ী চুম্বকের সাহায্যে ব্যতীত অপব এক উপায়েও লোহা চুম্বকে পরিণত হইতে পারে। একটি লৌহদণ্ডকে বেশমজড়িত তার দিয়া চিত্রের মত জড়াও।



১০৭নং চিত্র—তড়িৎ চুম্বক

এক্ষণে ঐ তাবের মধ্য দিয়া তড়িৎপ্রবাহ চালিত কবিলে অত্যন্ন সময়েই লৌহদণ্ডটি শক্তিশালী চুম্বকে পরিণত হয়। তখন উহাকে তড়িৎ

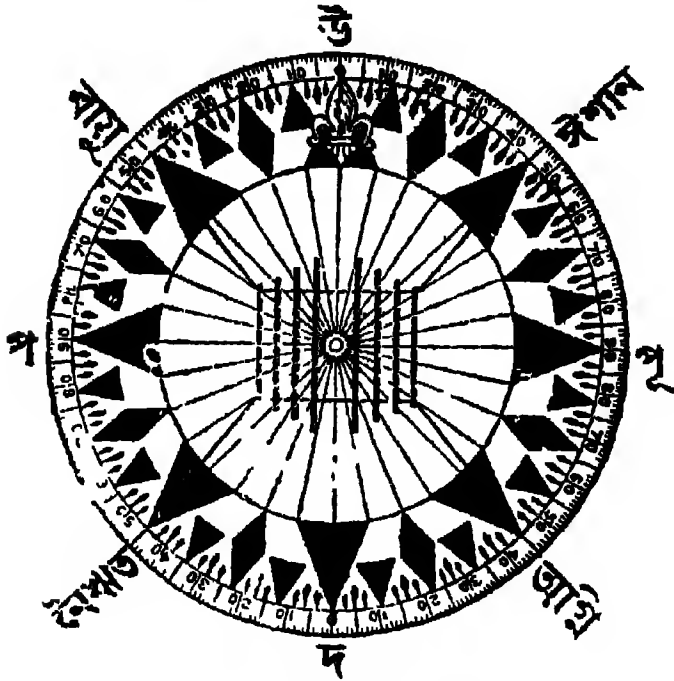
চুম্বক (Electro Magnet) বলে। লৌহদণ্ডটি কাঁচালোহা হইলে দেখিবে, যতক্ষণ তারে তড়িৎপ্রবাহ চলিতে থাকিবে, ততক্ষণ লৌহদণ্ডেব চুম্বকত্ব পূরা থাকিবে; কিন্তু প্রবাহ বন্ধ করিলেই উহাব চুম্বকত্ব প্রায় সমস্তই চলিয়া যাইবে; দণ্ডটি ইম্পাতেব হইলে তাহাকে চুম্বক কবিবাব পর তড়িৎপ্রবাহ বন্ধ করিলেও ইহার চুম্বকশক্তি অল্পই কমে। আবশ্যকমত বিদ্যুৎপ্রবাহ দ্বারা লৌহদণ্ডকে মুহূর্ত মধ্যেই চুম্বকে পবিণত কবা যায় এবং প্রযোজন না থাকিলে মুহূর্ত মধ্যে ইহার চুম্বকত্ব নষ্ট কবিতো পারা যায় বলিয়া তড়িৎ চুম্বক প্রস্তুত কবিতো ইম্পাতেব পবিবর্তে কাঁচা লোহাই ব্যবহাব করা হয়।

একটি লৌহদণ্ডকে যেমন বিভিন্ন উপায়ে চুম্বক কবা যায়, ইচ্ছা করিলে উহাব চুম্বকত্ব তেমনই নষ্টও কবা যায়। একটি চুম্বকে আঙুনে তাতাইয়া লাল কব, শীতল হইলে একটি কাঁটা-চুম্বকেব সাহায্যে পবীক্ষা করিলে দেখিতে পাইবে, ইহাব চুম্বকত্ব আর নাই। চুম্বকেব উপব জোবে কয়েকবাব হাতুড়ী মাবিলেও এইরূপ হইতে দেখা যায়।

ভূ-চুম্বক :- সূতায় বিলম্বিত চুম্বকদণ্ড ও কাঁটাচুম্বক সর্বদা প্রায় উত্তর-দক্ষিণে স্থিব হইয়া দাঁড়ায়, ইহাব কাবণ কি? বিজ্ঞানবিদগণ বলেন যে, পৃথিবী নিজেই একটি প্রকাণ্ড চুম্বক এবং সাধাবণ চুম্বকেব জায় ইহাবও দুইটি মেক আছে। ইহাদেব অবস্থান পৃথিবীব ভৌগোলিক মেকদ্বয়েব নিকটবর্তী। ভূ-চুম্বকেব উত্তর মেকব প্রকৃতি, কাঁটা-চুম্বকেব দক্ষিণমেকব প্রকৃতিব সমান, এইজন্য কাঁটা-চুম্বকেব উত্তরদর্শী মেক সর্বদা উত্তরদিকে ফিবিয়া থাকে। এই ভূ-চুম্বকেব শক্তিব প্রভাবে ভূপৃষ্ঠেব উপবিস্থ লৌহখণ্ডকে সময় সময় চুম্বকত্ব প্রাপ্ত হইতে দেখা যায়।

দিগ্দর্শী বা কম্পাস (Compass) :- যখন সূর্য বা নক্ষত্রেব সাহায্যে দিগ্‌নির্ণয় কবা যায় না, তখন দিগ্দর্শী (Compass এব) সাহায্য ব্যতীত দিগ্‌নির্ণয়েব কোনও উপায় থাকে না। ১০৮নং চিত্রে একটি দিগ্দর্শী প্রদর্শিত হইয়াছে। ইহাতে একটি বৃত্তাকার চাক্তিব কেন্দ্রে বে ছিদ্র-পথ রহিয়াছে,

তাহার মধ্য দিয়া একটি সূক্ষ্মাগ্র শলাকা লম্বভাবে দাড়াইয়া আছে। এই শলাকান উপর একটি কাঁটাচুম্বক আলগাতাবে বসান আছে। এই বৃত্তাকার চাক্তিটি



১০৮নং চিত্র- দিগ দর্শী

উত্তর, পশ্চিম, দক্ষিণ, পূর্ব, ঈশান, বায়ু, নৈঋত, অগ্নি প্রভৃতি দিক সূচিত কবির জন্ম ৩২ ভাগে বিভক্ত হইয়াছে। কাঁটাচুম্বকটি ভূচুম্বকের শক্তিতে সবদা উত্তর দক্ষিণে দ্বিবিধা থাকে। যে কোনও সময় দিগনির্ণয় কবিতে হইলে চাক্তিটি একপভাবে ঘুরাইয়া লইতে হয়, যে, উত্তর উত্তরচিহ্নিত দাগটি

কাঁটাচুম্বকের উত্তর মেরুর ঠিক নিচে আসিয়া দাঁড়ায়। এইরূপে উত্তর দিক নির্দিষ্ট হইলে অন্যান্য দিকও চাক্তির সাহায্যে সহজেই নিকপিত হয়।

উহাপেক্ষা উন্নততর দিগদর্শীতে একটি কাঁটাচুম্বকের পরিবর্তে কয়েকটি সূক্ষ্ম ও পাতলা দণ্ডচুম্বক সমান্তরালভাবে গ্রথিত হইয়া গোল চাক্তিটির নিম্ন পৃষ্ঠে ১০৮নং চিত্রে প্রদর্শিত ভাবে নিবদ্ধ থাকে এবং সমস্ত চাক্তিটি একটি শলাকান সূক্ষ্মাগ্রে এমনভাবে স্থাপিত হয়, যে ইহা সহজেই এদিক ওদিক ঘুরিতে পারে।

দুইটি গোলাকান বেডেব (Ring এব) সাহায্যে কম্পাসযন্ত্রটি এইরূপ ভাবে ঝোলান হয়, যাহাতে জাহাজের প্রবল আন্দোলনেও ইহা স্থির থাকে; এইজন্য ইহা ব্যবহার কবিতে কোন অসুবিধা হয় না। সাধারণ কম্পাস হইতে, নৌ-দিগদর্শী (Mariners' compass) এই হিসাবে একটু বিভিন্ন।

সংক্ষেপ :- ৩০০০ হাজার বৎসর পূর্বে চীনদেশে ভূগর্ভ হইতে স্বভাবজ চুম্বকের সন্ধান পাওয়া গিয়াছিল। দণ্ড, অশ্বখুরাকৃতি ও কাটাচুম্বক প্রভৃতি বিভিন্ন আকারেব চুম্বক হয়। চুম্বকের দুইটি মেরু। এক মেরুর মেরু নিকটবর্তী হইলে বিকর্ষণ এবং ভিন্ন প্রকারের মেরু নিকটবর্তী হইলে আকর্ষণ হয়। চুম্বক ভাঙ্গিলে প্রতি খণ্ডই এক একটি পূর্ণ চুম্বকের স্থায় ব্যবহার কবে। কৃত্রিম উপায়ে লৌহখণ্ডকে চুম্বকে পরিণত করা যায়। লৌহ দণ্ডে বৈদ্যুতিক তার জড়াইয়া তাহাতে বৈদ্যুতিক প্রবাহ চালাইলে তড়িৎ চুম্বক হয়—ইহাদের শক্তি ইচ্ছামত অত্যধিক পরিমাণে বর্ধিত করা যায়। পৃথিবীও একটি বড় চুম্বকের স্থায় ব্যবহার করে। পৃথিবীর এই ধর্মের উপর নির্ভর করিয়া দিগ্‌দর্শী যন্ত্র প্রস্তুত হইয়াছে।

দশম প্রশ্নমালা

১। স্বভাবজ চুম্বক কাকে বলে? ইহার কি কি গুণ দৃষ্ট হয়? (What is a natural magnet? What are its properties?)

২। কৃত্রিম চুম্বক কোন্ কোন্ আকারের প্রস্তুত হয়? বিভিন্ন আকারেব চুম্বক কি বি কাজে ব্যবহৃত হয়? (How many different shapes of artificial magnets are there? State the different uses of different shapes)।

৩। একটি লৌহদণ্ড চুম্বকধর্ম-বিশিষ্ট কি না কিছুপে পরীক্ষা করিবে? চুম্বক হইলে উহার নৈকট্যের প্রকৃতি নির্ণয় কর। (How would you test that an iron rod has acquired magnetic properties or not? If it is a magnet find out its poles)

৪। কি কি উপায়ে একটি লৌহদণ্ডকে চুম্বকে পরিণত করা যায়, তাহা চিত্র সমেত দেখাও। দ্বারা চুম্বকেব চুম্বক শক্তি নষ্ট করা যায় কিরূপে? (Illustrate with the help of a diagram in how many ways can an iron-rod be magnetised. How can a permanent magnet be demagnetised?)

৫। তড়িৎ-চুম্বক কাকে বলে? ইহাতে উৎপাতের পরিবর্তে কাচালোহ ব্যবহার করায় কি সুবিধা? (What is an electromagnet? If a soft iron rod is used instead of a steel rod for this purpose, what will be the advantage?)

৬। চুম্বক-শক্তির আবেশ কি প্রকারে প্রমাণ করিবে? (How can you prove magnetic induction?)

৭। পৃথিবী একটি চুম্বক প্রমাণ কর। (The earth is a magnet Explain this.)

(কঃ বিঃ ১৯৪১)

৮। জলে ভাসমান একটি বড় ছিপির উপর একটি চুম্বকদণ্ড রাখিলে ভূ-চুম্বকের আকর্ষণে উহা ছুটিয়া যায় না কেন? (Why does not a magnet floating on a cork run by the attraction of the earth?)

৯। দিগ্দর্শী কাহাকে বলে? সাধারণ কম্পাস ও নৌ-দিগ্দর্শীতে পার্থক্য কি? (What is a compass? distinguish between an ordinary compass and a mariners' compass)

১০। মেরুদ্বয় পৃথক্ করিবার উদ্দেশ্যে একটি স্থায়ী চুম্বককে মাঝামাঝি ভাঙ্গা হইল। এই পরীক্ষার ফল কি ও উহাতে কি শিক্ষালাভ হয়? (To separate the poles of a permanent magnet it is broken into two pieces What will be the consequence and what do you learn by this?)

একাদশ পরিচ্ছেদ

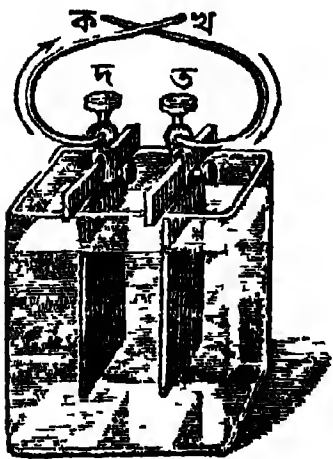
তড়িৎ

তড়িতেৰ কাৰ্য সম্বন্ধে তোমাদেৰ সকলেৰ অল্পবিস্তৰ জ্ঞান আছে। মেঘাচ্ছন্ন আকাশে সময় সময় বিদ্যুৎ চম্কাইতে দেখিছাছ। সেই বিদ্যুতেৰ আলোকে চক্ষু ঝলসিয়া যায়, বজ্জৰূপে পৃথিবীতে আসিবাব সময় উহাৰ কড কড শব্দে বুক কাঁপিয়া উঠে, পৃথিবীতে পড়িয়া উহা কত প্রাণীৰ জীৱন নাশেৰ কাৰণ হয়। অনেকদিন হইতে বৈজ্ঞানিকগণ এই তড়িতেৰ স্বৰূপ বুঝিবাব জন্ত চেষ্টা কৰিতে-ছেন। সেই চেষ্টাৰ ফলে মানুহ আজ ইহাকে আজ্ঞাবহ ভৃত্যেৰ মত খাটাইয়া কত কাজ কৰাইয়া লইতেছে। ইহাৰ সাহায্যে সুদূৰ পল্লীৰ ঘৰে ঘৰে “টৰ্চলাইট” ব্যবহৃত হইতেছে, সহবেৰ ঘৰ বাডী, পথ ঘাট আলোকিত হইতেছে, গ্রীষ্মে পাখা ঘূৰিয়া বাতাস দিতেছে, শীতে ঘৰ গৰম বাখিতেছে, টেলিফোনে কথাবাতৰী চলিতেছে; টেলিগ্রামে দূৰেৰ সংবাদ আসিতেছে, ট্ৰাম চলিতেছে, কাচা কাপড ইঞ্জি হইতেছে, এমন কি চায়েৰ জলটুকুও গৰম হইতেছে। তড়িৎপ্রবাহ দ্বাৰা কত কাৰ্য কৰা যায়, তাহা গুনিলে। এখন ইহা কিৰূপে উৎপন্ন হয় দেখা যাউক।

তড়িৎ-সেল (Electric Cell)—তড়িৎ-সেল হইতে তড়িৎ-প্রবাহ সহজেই উৎপন্ন কৰিতে পাৰা যায়। তড়িৎ-সেল প্রস্তুত কৰিতে হইলে জলমিশ্ৰিত সাল্-ফিউবিক্ অ্যাসিডেৰ প্রয়োজন। একটি ছোট কাচেৰ গ্লাসে খানিকটা সাল্-ফিউবিক্ অ্যাসিড লও, আৰু একটি বড় কাচেৰ গ্লাসে ইহাৰ ৮ গুণ পৰিমাণ জল লও। পৰে ঐ অ্যাসিড জলেৰ গ্লাসে আন্তে আন্তে ঢালিয়া একটি কাচদণ্ডেৰ দ্বাৰা নাভিতে থাক। সাবধান, যেন অ্যাসিডেৰ উপৰ জল ঢালিও না; তাহা হইলে

পাত্রটি গবম হইয়া ফাটিয়া যাইতে পারে। ঢালিবার সময় দেখিও যেন অ্যাসিড কোন মতে কাপড়-চোপড়ে না লাগে, কারণ অ্যাসিড লাগিলেই কাপড় পুড়িয়া যায়। এই যে জল মিশ্রিত অ্যাসিড প্রস্তুত হইল, ইহাকে একটি বোতলে বাখিয়া দাও; প্রয়োজন মত ঢালিয়া লইবে।

একটি কাচ বা চীনা মাটির পাত্রে ঐ জলমিশ্রিত সালফিউরিক অ্যাসিডের খানিকটা লও এবং পাত্রের একধারে একখানি তামাব ও অপবধারে একখানি দস্তাব পাত একপ ভাবে ডুবাইয়া ধব, যেন উহাদের কিয়দংশ অ্যাসিডের উপর জাগিয়া থাকে এবং পাত দুইটি যেন পরস্পর লাগিয়া না থাকিতে পার। পাত দুইটির উপরে একটি করিয়া তামাব তার লাগাইয়া দাও (১০৯ চিত্র)। পাত্রস্থ অ্যাসিডের সহিত দস্তাব বাসায়নিক ক্রিয়ায় ফলে দস্তাব গায়ে বুদ্ধু উঠিবে। এইবার যদি তার দুইটির অপবপ্রান্ত একত্র করা হয়, তাহা হইলে এই বুদ্ধুগুলি দস্তাব পাতের উপর জমিতে থাকিবে এবং তাবের মধ্য দিয়া তড়িৎ-প্রবাহ চলিতে থাকিবে। অল্পক্ষণ পরেই দেখিবে যে তড়িৎ-প্রবাহের ফলে তামাব তার গবম হইয়া উঠিয়াছে, এই অবস্থায় তাবটি লৌহচূর্ণের মধ্যে ডুবাইয়া উঠাইলে দেখিবে ইহাতে লৌহচূর্ণ লাগিয়া বহিয়াছে। তার দুইটি পৃথক্



১০৯ চিত্র—সাধারণ তড়িৎ সেল

কবিলে তড়িৎ-প্রবাহ বন্ধ হইবে, সঙ্গে সঙ্গে লৌহচূর্ণও ঝবিয়া পড়িবে। তড়িতোৎপাদনের এই বস্তুটিকে সাধারণ তড়িৎ সেল (Simple Electric Cell) বলে। তড়িৎ-প্রবাহ তামাব পাত দিয়া দস্তাব পাতে চালিত হয়। এইজন্য তামাব পাতের সে প্রান্ত অ্যাসিডের মধ্য হইতে বাহিবে থাকে, তাহাকে পজিটিভ মেরু বা + মেরু (Positive pole) ও দস্তাব এইরূপ অংশকে নেগেটিভ মেরু বা - মেরু

(Negative pole) বলে। মনে রাখিও যে, তড়িৎ সর্বদা পজিটিভ মেরু হইতে নেগেটিভ মেরুর দিকে প্রবাহিত হয়।

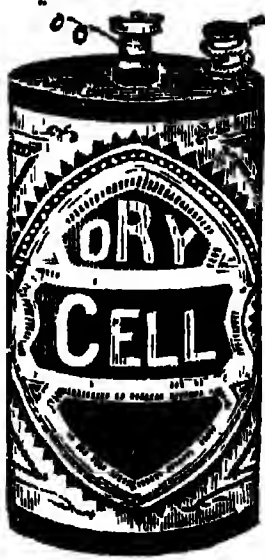
এইরূপ একটি তড়িৎ-সেলের দুইটি প্রান্ত তাব দিয়া যোগ করিয়া বাথিলে তামার পাতের উপর বৃদ্ধ ক্রমণ অধিক জমিতে থাকিবে এবং তড়িৎ-প্রবাহ কমিয়া বিচুক্ষণ পবে বন্ধ হইয়া যাইবে। তখন তামার পাতের উপর একটি বৃক্ষ বুলাইয়া বৃদ্ধগুলি দূব করিলেই পুনরায় তড়িৎ-প্রবাহ আবন্ত হইবে। তড়িৎ-সেলটিকে কার্যকরী বাথিতে হইলে এইরূপে মধ্যে মধ্যে তামার পাতটি পরিষ্কার করিয়া লইতে হয়।

উপবোক্ত অম্লবিধা দূব করিবার জন্য নানা প্রকারের তড়িৎ-সেল উদ্ভাবিত হইয়াছে। সহজেই প্রস্তুত করিতে পাওয়া যায় এমন একটি তড়িৎ-সেলের কথা তোমাদিগকে বলিতেছি। সেই তড়িৎ-সেলের নাম **লেকলান্স সেল** (Lec-lanche's Cell)। ইহাতে দুইটি পাত্র ব্যবহৃত হয়। বাহ্যিকের কাচপাত্রটির আকার সাধারণত নিম্নের চিত্রে যেকপ দেখান হইল, ঐরূপ ধরণের হয়। এই পাত্রটিতে নিশাদলের (Sal ammoniacএব) ঘনদ্রবণ ঢালা থাকে এবং একটি দস্তার দণ্ড ঐ দ্রবণের মধ্যে দাঁড় করান থাকে। দস্তাদণ্ডের উপর প্রান্তই এই সেলের নেগেটিভ-প্রান্ত। ভিতরের পাত্রটি খস্খসে চীনা মাটির তৈয়ারী একটি তলাবন্ধ চোঙ ও জলের কুঁজার দ্বারা সজ্জিত। ইহাতে 'ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড' (Manganese Dioxide) নামক এক প্রকার কাল গুঁড়া, কয়লাবগুঁড়ার সহিত মিশ্রিত করিয়া ঠাসিয়া দেওয়া হয়। এই গুঁড়ার মধ্যে একটি কাব্বনের (Gas Carbon) চেপ্টা দণ্ড বসান থাকে। এই দণ্ডের উপর প্রান্তই পজিটিভ-প্রান্তের কার্য করে। তাবের দ্বারা দুইটি প্রান্ত সংযুক্ত হইলে তড়িৎ প্রবাহিত হইতে থাকে। তড়িৎ-প্রবাহ-কালে দস্তার সহিত নিশাদলের বাসায়নিক ক্রিয়ায় যে বাষ্প বাহির হইতে থাকে, তাহা ভিতরের পাত্রের ছিদ্রপথে আসিয়া



১১০নং চিত্র—লেকলান্স সেল

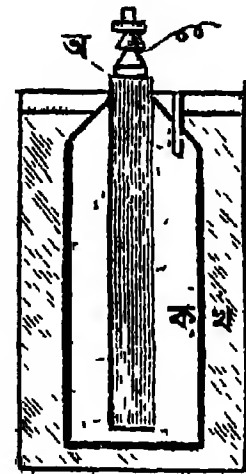
কালপুঁড়ার গায়ে লাগে এবং ঐ পুঁড়া ইহাকে অল্প পদার্থে পরিণত করে; বৈদ্যুতিক ঘণ্টা বাজাইতে এই কোষ ব্যবহার করাই বিশেষ সুবিধাজনক; কার্বন ইহা একবার প্রস্তুত হইলে কয়েক মাস চলে। টেলিফোনের কার্যে এই সেল বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।



১১১নং চিত্র—ড্রাইসেল

আজকাল ‘টর্চলাইটে’ যে তড়িৎ-সেল ব্যবহৃত হয়, তাহাকে **ড্রাই সেল (Dry Cell)** বলে। (১১১ নং চিত্র)। ইহা উপরে বর্ণিত লেক্‌ক্ল্যাম্প সেল ব্যতীত আর কিছুই নহে। কেবল মাত্র ইহাতে নিশাদলের দ্রবণের পরিবর্তে পুঁড়া নিশাদল বার্টার পুঁড়ার সহিত অল্প জল দিয়া কাদার মত করিয়া ভিতরের পাত্রটিতে পুঁড়িয়া দেওয়া হয়; ইহারই মধ্যস্থলে অঙ্গার দণ্ডটি প্রোথিত থাকে। বাহিরের কাচপাত্রের পরিবর্তে একটি দস্তার চোঙ ব্যবহার করা হয়। এই দস্তার উপরপ্রান্ত নেগেটিভ প্রান্তের কাজ করে। সমস্ত সেলটি একটি পিস্‌বোর্ড দিয়া মোড়া থাকে। টর্চলাইটের পাশের চাবি টিপিয়া ধরিলে সেলের তড়িৎ-প্রবাহ টর্চের আলো জ্বালায়।

ড্রাই সেলের ভিতর কোন্ পদার্থ কিরূপে আছে তাহা বুঝাইবার জন্য একটি চিত্র দেওয়া হইল। অ ইহার অঙ্গারদণ্ড, ক ভিতরের পাত্রস্থ ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড, খ নিশাদল ইত্যাদির মিশ্রণ এবং ঘ ইহার দস্তার খোল।



উপরে যে তড়িৎ-সেলের বর্ণনা করা হইল, তাহা ১১২নং চিত্র—ড্রাই সেলের ভিতর

হইতে উৎপন্ন তড়িৎের শক্তি খুব অল্প। সহজে আলো জ্বালাইতে, পাখা ঘুরাইতে কিংবা ট্রামগাড়ী চালাইতে এবং কলকারখানাতেও অধিক শক্তিসম্পন্ন তড়িৎের প্রয়োজন হয়। উক্ত তড়িৎ বৃহদাকার ডায়নামো

(Dynamo) নামক যন্ত্র দ্বাৰা উৎপন্ন হয়, এবং যে স্থানে ডায়নামো চলে, তাকে 'পাওয়ার হাউস' (Power House) বলা হয়। ষ্টীমার ও জাহাজে ব্যবহৃত তড়িৎ ডায়নামো হইতে উৎপন্ন হয়।

বিদ্যুৎপরিবাহী ও বিদ্যুৎদ্বন্দ্বক—জন্মস্থান হইতে তড়িৎ-প্রবাহকে স্থানান্তবে লইয়া যাইতে হইলে একটি বাহন প্রয়োজন। সাধাৰণত ধাতব তাবই এই উদ্দেশ্য সাধন কৰিয়া থাকে। ধাতু ছাড়া অল্প পদার্থও তড়িৎ-প্রবাহেব বাহনেব কাৰ্য কৰিতে পাৰে। কিন্তু সকল পদার্থেব মধ্য দিয়া প্রবাহ সহজে যাতায়াত কৰিতে পাৰে না। যে পদার্থগুলিব মধ্য দিয়া তড়িৎ-প্রবাহ সহজে যাতায়াত কৰিতে পাৰে তাহাদিগকে **তড়িৎপরিবাহী** (Conductor) এবং যাহাদেব মধ্য দিয়া তড়িৎ যাতায়াত কৰিতে পাৰে না তাহাদিগকে **তড়িদ্বন্দ্বক** (Non-Conductor) বলে। ধাতু, কাঠ কয়লা, জল, জীব-দেহ, পৃথিবী প্রভৃতি তড়িৎপরিবাহী এবং কাচ, চীনা মাটি (Porcelain) বেশম, পশম, ববাব, তৈল, আবলুস, গন্ধক, মোম প্রভৃতি তড়িদ্বন্দ্বক, কিন্তু মাৰ্বেল পাথৰ, কাগজ, তুলা প্রভৃতি কতকগুলি পদার্থ আছে যাহাদেব মধ্য দিয়া তড়িৎ অল্প অল্প যাতায়াত কৰে।

মানবদেহ যে তড়িৎ পরিবাহী তাহা সহবেব ছেলেদেব মধ্যে অনেকেই কখনও না কখনও বেশ উপলব্ধি কৰিয়াছ। বিজলী বাতি জ্বালিবাব সময় যদি 'সুইচ' খাবাপ থাকে তবে মাটিতে দাঁড়াইয়া ঐ সুইচ টিপিতে গেলে 'শক' (Shock) লাগে। কিন্তু শুকনা কাঠ বা ববাবেব উপৰ দাঁড়াইয়া ঐ সুইচই টিপিলে উহাবা তড়িদ্বন্দ্বক বলিয়া শক লাগে না।

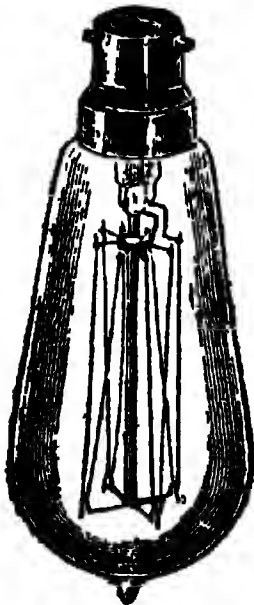
তড়িৎবাহন যত মোটা হয় তত সহজেই ইহাব ভিতৰ দিয়া তড়িৎ যাতায়াত কৰিতে পাৰে; পক্ষান্তৰে তড়িৎবাহন যত সরু হইবে ইহাব ভিতৰ দিয়া তত অল্প তড়িৎ যাতায়াত কৰিবে।

ধাতুৰ মধ্যে বোঁপাই সৰ্বাপেক্ষা সু-পরিবাহী; কিন্তু ইহা মূল্যবান ধাতু বলিয়া তড়িৎ পরিবাহী হিসাবে ইহাব প্রচলন নাই। তামাও সু-পরিবাহী অথচ

ইহা সম্ভব। সেইজন্য তড়িৎ-প্রবাহের বাহনরূপে তাম্র তাব অধিক ব্যবহৃত হইয়া থাকে। লৌহ আবার তাম্র অপেক্ষা সম্ভব বলিয়া পৃথিবী ব্যাপিয়া টেলি-গ্রাফের তাবের জন্য লৌহ তাবের ব্যবহার সর্বাপেক্ষা অধিক।

তড়িৎ-প্রবাহের ফল :—(১) তড়িৎ-সেল হইতে পরিবাহী তাব দিয়া প্রবাহ চালাইলে পরিবাহী তাবটি ক্রমেই উষ্ণ হইতে থাকে, হাত দিয়া অনুভব করা যায়। বৈদ্যুতিক ষ্টোভ, কেটলী বা ইঞ্জীতে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইলে উহা ক্রমশঃ গরম হইয়া উঠে তাহা তোমরা অনেকেই জান। তাহা হইলে **বিদ্যুৎপ্রবাহের ফলে তাপের সৃষ্টি হয়।**

(২) পরিবাহী তাব খুব সৰু অথচ প্রবাহের শক্তি প্রবল হইলে অনেক সময় তাব ক্রমশঃ উত্তপ্ত হইতে হইতে এত অধিক উত্তপ্ত হয় যে তখন ইহা লাল হইয়া উঠে এবং আলোক দেয়। বৈজ্ঞানিক উপায়ে ইহাকে আবণ্ড উত্তপ্ত করিলে ঐ আলো ক্রমে সাদা হইয়া অধিকতর উজ্জ্বল হয়। অধিক উত্তপ্ত তাব



১১৩নং চিত্র—বৈদ্যুতিক
আলোর টুনি

বায়ু সংস্পর্শে পুড়িয়া ছাই হইয়া বাইতে পাবে বলিয়া বিজলী বাতির সূক্ষ্মতাটি একটি বায়ুশূন্য টুনিব (Bulb) মধ্যে রাখা হয়। ইহা হইতে বলা যায় বৈদ্যুতিক প্রবাহে আলোকের সৃষ্টি হয়।

বৈদ্যুতিক আলোর টুনিব ভিতর সূক্ষ্ম তাবের মধ্যে বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে ইহা উত্তপ্ত হইয়া কেমন মনোহর আলো দেয় তাহা প্রায় সকলেই দেখিয়াছে।

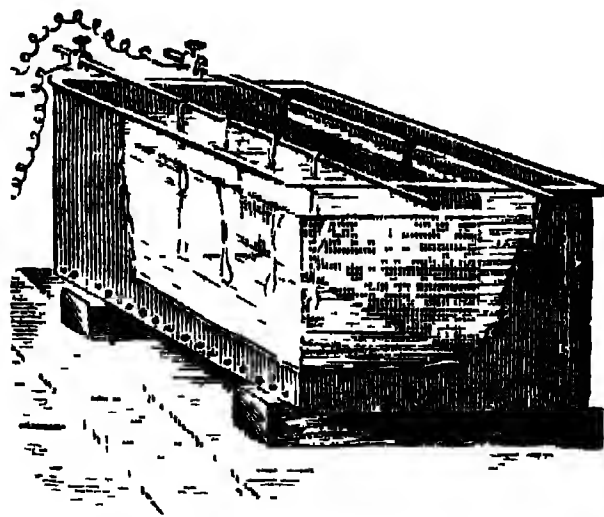
(৩) একটি কাচ পাত্রে জল লইয়া তাহাতে একটু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইয়া একটি তড়িৎ-সেলের দুই প্রান্তের তাব ঐ জলে ডুবাইয়া ধরিলে তাব দুইটির গা দিয়া বুদবুদ উঠিতে দেখা যায়। পূর্বে ভল্টামিটারের সাহায্যে জল বিশ্লেষণ কালে

বিস্তৃতভাবে বুঝান হইয়াছে দুইটি তাবের গা দিয়া দুইটি বিভিন্ন প্রকারের গ্যাস

উঠে। অ্যাসিড মিশ্রিত জলে বিদ্যুৎ-প্রবাহের ফলে জলে বাসায়নিক ক্রিয়া হয় এবং জল বিস্ফিষ্ট হইয়া হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন নামক দুইটি বাষ্পের সৃষ্টি কবে।

আবও বহুবিধ উপায়ে দেখান যায় বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে পদার্থে অনেক প্রকার রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে।

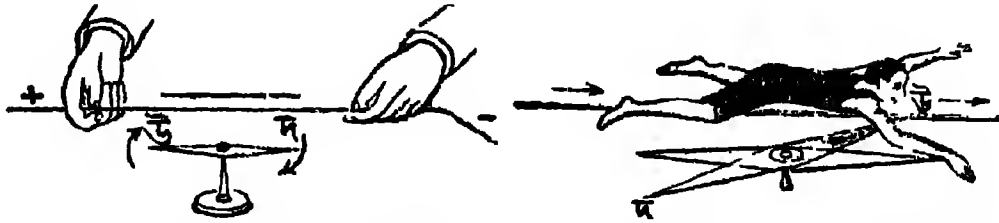
তড়িৎপ্রবাহের ফলে যে বাসায়নিক ক্রিয়া ঘটে তাহার উপর নির্ভর করিয়া লোহা, তামা প্রভৃতি ধাতুর উপর অল্প ধাতুর কলাই করা হয়। মনে কর কতকগুলি লোহার চামচের উপর বোপা কলাই করিতে হইবে। একটি কাচের বা মাটির পাত্রে সিলভার সায়ানাইডের দ্রবণ (Silver cyanide solution) রাখ। যে চামচ গুলি কলাই করিতে হইবে তাহাদিগকে ঘসিয়া পবিস্কার ও তৈলমুক্ত করিয়া ধাতব তাবের সাহায্যে পাত্রের উপর আড়াআড়ি ভাবে স্থাপিত ধাতু দণ্ডের উপর হইতে এমন ভাবে ঝুলাইয়া দাও যেন সেগুলি দ্রবণে সম্পূর্ণরূপে ডুবিয়া যায়। একটি কপার পাত ঠিক ঐরূপ ভাবে পাত্রের উপর হইতে দ্রবণের ভিতর ডুবাইয়া দাও। কপার পাত যে ধাতব দণ্ড হইতে লব্ধিত আছে সেই দণ্ডটিকে কোন একটি ব্যাটারী নোগেটিভ্ প্রান্তে যোগ কর এবং অপর দণ্ডটি পজিটিভ্ প্রান্তের সহিত যোগ কর। উহাদের মধ্যে তড়িৎপ্রবাহ হইলে দেখা যাইবে চামচ গুলির উপর কপার কলাই ধবিতেছে। সতর্ক হওয়া উচিত যেন তড়িৎপ্রবাহ খুব আন্তে আন্তে হয়।



তড়িৎ-প্রবাহ — একটি কাঁটাচূষক আনিয়া টেবিলের উপর রাখ। ইহা কিছুক্ষণ এদিক ওদিক ছলিবাব পূর্ব উত্তর-দক্ষিণে

১১৪নং চিত্র—ধাতুর কলাই

স্থিৰ হইয়া দাঁড়াইবে। একটি লম্বা তামাব তাব লইয়া তাহাব একপ্রান্ত একটি তড়িৎ-কোষের পজিটিভ্ প্রান্তের সহিত সংযুক্ত কর। তাবের কিয়দংশ দুই হাতে টানিয়া সোজা কৰিয়া কাঁটাচুম্বকের উপর তাহাব



১১৫নং চিত্র তড়িৎ-প্রবাহ ও কাঁটাচুম্বক

১১৬নং চিত্র—আম্পিয়ারের নিয়ম

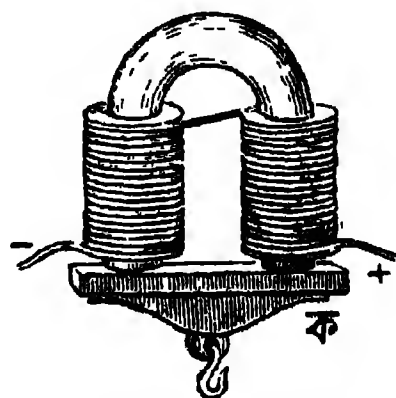
সহিত সমান্তরাল ভাবে ধব (১১৫নং চিত্র)। এই অবস্থায় তাবের অপবপ্রান্ত তড়িৎ-সেলের নেগেটিভ্ প্রান্তের সহিত সংযুক্ত হইলে তাব দিয়া যেমন তড়িৎ বহিতে আবন্ত কৰিবে, অমনই কাঁটাচুম্বক আব উত্তর-দক্ষিণে স্থিৰ হইয়া থাকিবে না। তাব দিয়া তড়িৎ উত্তর হইতে দক্ষিণ দিকে প্রবাহিত হইলে কাঁটার উত্তরমেক পূর্বদিকে সৰিয়া দাঁড়াইবে। তাবের প্রান্ত দুইটি তড়িৎ-সেলের প্রান্ত দুইটির সহিত অদল বদল কৰিয়া সংযুক্ত কৰ এবং তাবটিকে পূর্বের মত কাঁটাচুম্বকের উপরে ধব। এখন তড়িৎপ্রবাহ দক্ষিণ হইতে উত্তরদিকে যাইতেছে, কাঁটাচুম্বকের উত্তরমেকও বিপরীত দিকে অর্থাৎ পশ্চিম দিকে যাইতেছে দেখ। তড়িৎবাহী তাবটি কাঁটাচুম্বকের নিচে ধৰিয়াও একপ ভাবে পরীক্ষা কৰা যাইতে পাবে। এই পরীক্ষা দ্বাৰা জানা যায় যে, তাবে তড়িৎ-প্রবাহ চলিতে থাকিলে তাহার চতুর্পার্শ্বে চুম্বকশক্তির লক্ষণ প্রকাশ পায়।

তড়িৎ-বাহী তাব কাঁটাচুম্বকের নিকটে আনিলে উহা কোন্ দিকে ঘূৰিবে, ইহা মনে কৰিয়া বাখিবাব জন্য আম্পিয়ার (Ampere) নামক একজন বৈজ্ঞানিক একটি সহজ নিয়ম বাহিব কৰিয়াছেন। তাহা এই,—মনে কৰ যেন কোন লোক কাঁটাচুম্বকের দিকে মুখ কৰিয়া তড়িৎ-প্রবাহের অনুকূলে সাঁতাব দিয়া চলিতেছে। কাঁটাচুম্বকের উত্তরমেক সৰ্বদা তাহাব বাম হস্তের দিকে ঘূৰিয়া যাইবে।

আম্পিয়ার সাহেবেৰ এই নিয়মেৰ সাহায্যে, কোনও তাৰে তড়িৎ-প্ৰবাহ চলিতেছে কিনা এবং চলিলে তাহা কোন দিকে চলিতেছে, তাহাও নিৰ্ধাৰণ কৰা যায়। কাঁটাচুম্বক উত্তৰ-দক্ষিণ দিক হইতে কতটুকু ঘূৰিয়া দাঁড়াইল, তাহা দেখিয়া ছুই বা ততোধিক তাৰে তড়িৎ-প্ৰবাহশক্তিৰ তুলনাও কৰা যায়। অধিকন্তু, এই সিদ্ধান্তেৰ উপৰি নিৰ্ভৰ কৰিয়া ‘তড়িৎ-মাপক’ যন্ত্ৰ (Galvanometer) নিৰ্মিত হইয়াছে।

তড়িৎ-চুম্বক—পূৰ্বে চুম্বকীকৰণ প্ৰসঙ্গে বলা হইয়াছে যে, একটা কাঁচা লোহাৰ দণ্ডকে বেশম জড়িত তাৰ দ্বাৰা বেষ্টিত কৰিয়া ঐ তাৰেৰ মধ্য দিয়া তড়িৎ চালাইলে লোহাদণ্ডটি অস্থায়ী চুম্বকে পৰিণত হয় (১১৭নং চিত্ৰ), অৰ্থাৎ যতক্ষণ তড়িৎ চলিতে থাকে, দণ্ডটিতে চুম্বকধৰ্মও ততক্ষণ থাকে এবং তড়িৎ-প্ৰবাহ বন্ধ কৰিলে ইহাৰ চুম্বকত্ব লোপ পায়। তড়িৎ-প্ৰবাহেৰ সাহায্যে চুম্বকীকৃত লোহাদণ্ডটিকে **তড়িৎ-চুম্বক** (Electro Magnet) বলে। এইৰূপ তড়িৎ-চুম্বকে স্থায়ী চুম্বকেৰ স্থান দুইটি মেক থাকে।

তড়িৎ-চুম্বক সাধাৰণত অশ্বখুবাকৃতি হয়। তখন উহাৰ দণ্ডটিতে সূতা বা বেশমজড়িত তামাৰ তাৰ জুৰ পাঁচোৰ মত জড়ান থাকে। তড়িৎ-দণ্ডটি টেলিগ্ৰাফ, টেলিফোন, তড়িতোৎপাদক ‘ডায়নামো’ (Dynamo) নামক যন্ত্ৰ প্ৰভৃতিতে এইৰূপ তড়িৎ-চুম্বক ব্যবহৃত হয়। তড়িৎ প্ৰবাহেৰ শক্তি বতৰি বাডান যাইবে এবং এই তড়িৎবাহী তাৰেৰ পাকেৰ সংখ্যা যতই অধিক হইবে তড়িৎ-চুম্বকেৰ শক্তি ততই বাডিবে। বড় বড় কাৰখানায় লোহাৰ ভাবী কড়ি, বৰগা, চাদৰ প্ৰভৃতি তড়িৎ-চুম্বক

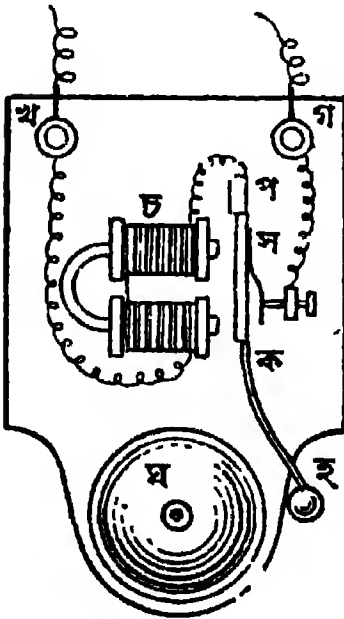


১১৭নং চিত্ৰ—তড়িৎ-চুম্বক

সাহায্যে একস্থান হইতে স্থানান্তরে নীত হয়। যুদ্ধেৰ সময় গোলাগুলিৰ লোহাৰ গুঁড়ো সৈনিকদেৰ চোখে পড়িলে বা লোহাৰ কাৰখানায় কাঙ কৰিবাব সময়

কাহারও চোখে লোহাব গুঁড়া পড়িয়া গেলে অত্যধিক-শক্তিসম্পন্ন তড়িৎ চুম্বকের সাহায্যে লোহাব গুঁড়া টানিয়া বাহির করা হয়।

তড়িৎঘণ্টা (Electric Bell)—আজকাল প্রায় সকল অফিসে এবং বড় বড় বাড়ীতে কাহারকেও ডাকিতে হইলে তড়িৎঘণ্টা ব্যবহার করা হয়। ইহার গঠন কিকপ ও উগা কিল্পে চালিত হয় দেখ। ১১৮নং চিত্রে চ একটি অস্থাবরাকৃতি তড়িৎ-চুম্বক। ইহার দুইধারে যে বেশমে মোড়া তাব জডান আছে, তাহার একপ্রান্ত থ চিহ্নিত জুব সহিত সংযুক্ত এবং অন্য প্রান্তটি প চিহ্নিত জুতে লাগানো আছে। প জুব সহিত একটি কঁচালোহাব ফলক চ এব দুই মেরুব সম্মুখে অবস্থিত। এই লৌহফলকের অপব প্রান্ত একটু বাকান এবং তাহার মুখে একটি ছোট লোহাব গুলি হ লাগানো আছে, য একটি ঘণ্টা স একটি স্প্রিং, ইহা লৌহফলকের সহিত সংযুক্ত আছে। ক আব একটি জু, স্প্রিংটিকে আলাগা ভাবে ছুঁইয়া আছে। ক আবাব গা চিহ্নিত জুব সহিত



তাব দ্বারা সংযুক্ত। থ ও গ জু-দ্বয় একটি চাবির (Bell-pushএব) ভিতর দিয়া একটি তড়িৎ সেলের দুই প্রান্তের সহিত সংযুক্ত। চাবিটি টিপিলে, তাবের মধ্য দিয়া তড়িৎ-প্রবাহ আবন্ত হয়। তখন চএব কুণ্ডলীকৃত তাবের ভিতর দিয়া তড়িৎ চলিবামাত্র ইহার ভিতরকার কঁচা লোহা চুম্বক হইয়া সম্মুখের লৌহফলককে টানিয়া লয়। ইহার ফলে লোহাব গুলিটি ঘণ্টায় ঘা মাৰিয়া শব্দোৎপাদন করে। কিন্তু এদিকে সেই মুহূর্তে স স্প্রিং ও ক জুব সংযোগ নষ্ট হওয়ায় তড়িৎ-প্রবাহ বন্ধ

১১৮নং চিত্র—তড়িৎ ঘণ্টা হইয়া যায়। তখন চ এব কঁচা লোহা চুম্বকশক্তি হারাইয়া সম্মুখের লৌহফলকটিকে আব টানিয়া বাধিতে না পারিয়া, ছাড়িয়া দেয়। লৌহফলকটি স্বস্থানে ফিৰিয়া মাত্র স স্প্রিংটি ক এব সহিত সংযুক্ত

হওয়া পুনৰায় তড়িৎপ্রবাহ আবদ্ধ হয়। তখন ফলকটিও পুনৰায় চ ঘাৰা আকৃষ্ট হওয়ার আৰ একবাব শব্দ হয়। এইকপে যতক্ষণ চাৰি টিপিয়া বাখা হয়, ততক্ষণ ক্রমাগত ঘণ্টাব শব্দ হইতে থাকে।

টেলিগ্রাফ (Telegraph):—উনবিংশ শতাব্দীৰ প্ৰথম হইতেই বৈজ্ঞানিক-গণ দূৰবৰ্তী স্থানে অল্প সময়ে সংবাদ প্ৰেৰণ কৰিবাব উপায় উদ্ভাবন কৰিবাব চেষ্টা কৰেন। ১৮১১ খৃষ্টাব্দে সন্মারিং (Scommerring) সাহেব এক প্ৰকাৰ যন্ত্ৰ উদ্ভাবন কৰেন তাহাতে জল বিশ্লেষণ কৰিয়া সঙ্কেত পাঠাইবাব ব্যৱস্থা ছিল। ১৮২০ খৃষ্টাব্দে যখন বৈদ্যুতিক চুম্বকেৰ প্ৰচলন ছিলনা তখন অ্যাম্পিয়াৰ সাহেব কাঁটা চুম্বকেৰ উপৰ তাৰেব সাহায্যে তড়িৎ প্ৰেৰণ কৰিয়া ঐ কাঁটাচুম্বকেৰ গতিৰ উপৰ নিভব কৰিয়া সঙ্কেত পাঠাইবাব ব্যৱস্থা কৰেন। তাহাৰ পৰ ক্ৰমে গাউছ (Gauss) ও ওয়েবার (Webber) এব° ষ্টেইনহিল (Steinheil) ও ছুইটষ্টোন (Wheatstone) এই নব্বৈব প্ৰভূত সংস্কাৰ ও উন্নতি বিধান কৰিতে সমৰ্থ হন।

আজ পৰ্যন্ত সত বৰ্ষমেব বৈদ্যুতিক টেলিগ্রাফ যন্ত্ৰ উদ্ভাবিত হইয়াছে তাহাদেব মধো সকলকেই প্ৰধানত তিনিটি অংশে বিভক্ত কৰিতে পাৰা যায়। প্ৰথম **বৈদ্যুতিক পথ (Circuit)**, ইহাতে দুইটি স্থানকে ধাতব তাৰেব সাহায্যে সংযুক্ত কৰিয়া একস্থান হইতে অপৰ স্থানে বিদ্যুৎ চালিত কৰিতে পাৰা যায়। দ্বিতীয় :—**প্ৰেৰকযন্ত্ৰ (Transmitter)** অৰ্থাৎ যে যন্ত্ৰেব সাহায্যে সঙ্কেত প্ৰেৰণ কৰা হয়। তৃতীয় :—**গ্ৰাহক-যন্ত্ৰ (Receiver)** অৰ্থাৎ যে যন্ত্ৰেব সাহায্যে সঙ্কেত গ্ৰহণ কৰা হয়।

এক একটি অংশ আৰাব বিভিন্ন প্ৰণালীতে প্ৰস্তুত হয়। বিশেষ কৰিয়া প্ৰেৰক ও গ্ৰাহক যন্ত্ৰ বহু প্ৰকাৰেব দেখা যায়। তন্মধ্যে কাঁটা চুম্বক টেলিগ্রাফ (Needle telegraph), চক্ৰ টেলিগ্রাফ (Dial telegraph) এব° মোৰ্স সাহেবেৰ আবিষ্কৃত টেলিগ্রাফ (Morse telegraph) প্ৰধান।

বৰ্তমান যুগে আমাদেব দেশে মোৰ্স সাহেবেৰ আবিষ্কৃত যন্ত্ৰই সৰ্বাপেক্ষা অধিক প্ৰচলিত। নিম্নে ঐ প্ৰকাৰ যন্ত্ৰেৰ কাৰ্য প্ৰণালী বৰ্ণিত হইল।

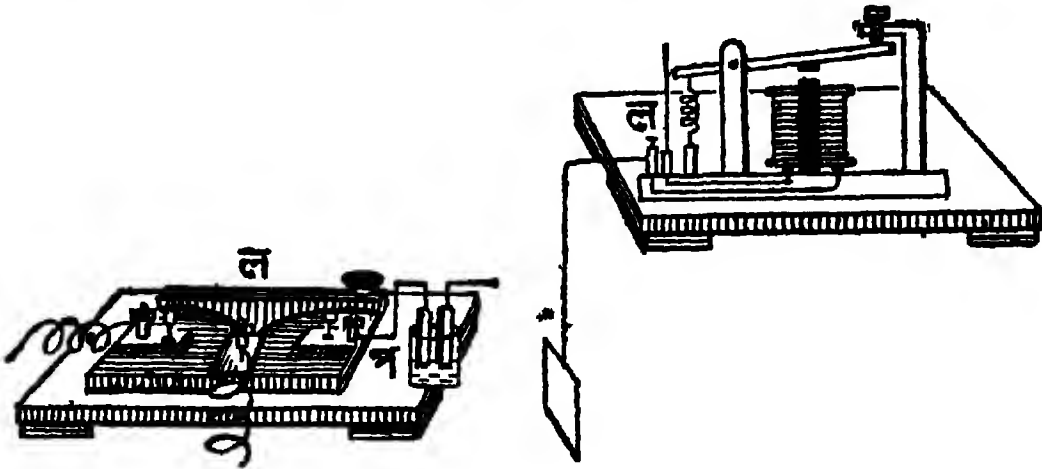
প্রথমমাংশ—বৈদ্যুতিক প্রবাহ পথ (Circuit):—তোমরা সকলেই লক্ষ্য করিয়াছ বেল পথের দুই ধাৰে কিছুদূর অন্তৰ ধাতব খুঁটি প্রোথিত থাকে এবং ঐ সকল খুঁটির মাথায় চিনামাটির গুল বসান থাকে এবং ঐ সকল চিনামাটির গুলের সহিত ধাতব তাব বাঁধিয়া ববাবব একস্থান হইতে অন্যস্থান পর্যন্ত ঐ তাব লম্বিত থাকে। চিনামাটির গুলগুলি ব্যবহার করিবাব উদ্দেশ্য এই যে টেলিগ্রাফে সংকেত প্রেরণকালে ধাতব তাবে বৈদ্যুতিক প্রবাহ প্রেরণ করা হয়, যদি তাবগুলি ধাতব দণ্ডের সহিত বাঁধা থাকে তবে ধাতব খুঁটি বাহিয়া বৈদ্যুতিক প্রবাহ মাটির ভিতর চলিয়া যাইতে পারে, তাহাতে প্রবাহ নষ্ট হইয়া যায়। এইজন্য বিদ্যুৎদণ্ডের চিনামাটির গুল ব্যবহার করা হয়। এইরূপে এক স্থানের সহিত অন্য স্থানের যোগ হইলে ঐ দুই স্থানে ধাতব তাবের দুই প্রান্ত মাটির ভিতরে অনেক দূর পর্যন্ত পুঁতিয়া দেওয়া হয়। পৃথিবী বিদ্যুৎ পরিবাহী পদার্থ। কাজেই যদি ধাতব তাবের মধ্যে কোথাও তড়িৎসেল সংযুক্ত করা হয় তবে ঐ ধাতব তাবের মধ্য দিয়া তড়িৎপ্রবাহ হইয়া মাটির ভিতর যায় এবং মাটির ভিতর দিয়া উক্ত ধাতব তাবের অন্য প্রান্তে প্রবেশ করিয়া চক্র পথে (Circuit) যাতায়াত করে। ইহাই হইল প্রবাহ পথের (Line) কাৰ্য। মাটির ভিতর দিয়া তড়িৎ যাতায়াত করিলে ধাতব তাবের খবচা বাঁচিয়া যায় বলিয়া এরূপ করা হয়। যন্ত্রাগারে তাবের প্রান্ত এইরূপে ভূমি সংলগ্ন করিতে অল্পবিধা হইলে ঐ দুইটি প্রান্তকে তাবের সাহায্যে যোগ করিয়াও দেখান যাইতে পারে।

দ্বিতীয়াংশ—প্রেরক যন্ত্র (Transmitter):—এক প্রান্তে হাতল ও অপব প্রান্তে স্প্রিং যুক্ত একটি লেভার (Lever) লিঙ্গ ইহা আব কিছুই নহে। লেভারটির মধ্যে একটি অক্ষশলি (Axle) থাকায় হাতল টিপিলে ইহা নাড়িয়া যায় এবং ছাড়িয়া দিলে উঠিয়া যায়। এইরূপ পর্যায় ক্রমে টেপা ও ছাড়াব ফলে ইহাতে টক্কা ও টবে এই দুই প্রকার শব্দ উৎপন্ন হয়। লেভারের এক প্রান্ত পথের সহিত ও অপব প্রান্ত তড়িৎ সেলের সহিত যুক্ত থাকে।

তৃতীয়াংশ—গ্রাহক যন্ত্র (Receiver):—একটি অশ্বখুবাকৃতি বৈদ্যুতিক চুম্বকের সম্মুখে একটি ধাতব লেভার এমন ভাবে আটকান থাকে যে যখন এই

বৈদ্যুতিক চুম্বকেব ভিতর দিয়া তাড়িং প্রবাহ চলে তখন লেভাট আকৃষ্ট হইয়া প্রেবক যন্ত্রের হাতল টিপিলে যে শব্দ উৎপন্ন হয় সেইকপ শব্দ উৎপন্ন করিতে পারে। এবং যখন তাড়িং প্রবাহ বন্ধ হইয়া যায় তখন লেভাট ছাড় পাইয়া পূর্বস্থানে আসে, ফলে ইহাতেও প্রেবক যন্ত্রের অপব প্রকাব শব্দের জন্ম শব্দ হয়।

নিম্নে টেলিগ্রাফ যন্ত্রের ব্যবস্থা চিত্র সাহায্যে বুঝান হইল। প্রেবক যন্ত্রের ল লেভাবেব হাতলটি টিপিলে ইহার সহিত প জুড় সংযোগ হয়। ফলে তড়িৎ-সেল হইতে প্রবাহ আসিয়া আঁকশলিব সহিত সংযুক্ত জু দিয়া পথে (Line) বাহির হইয়া যায়। এই পথের তাবের সঙ্গে দূরস্থ একটি গ্রাহক যন্ত্রের ল জুড় যোগ থাকে। এখান হইতে তড়িৎ প্রবাহ একটি বৈদ্যুতিক চুম্বকেব মধ্য দিয়া

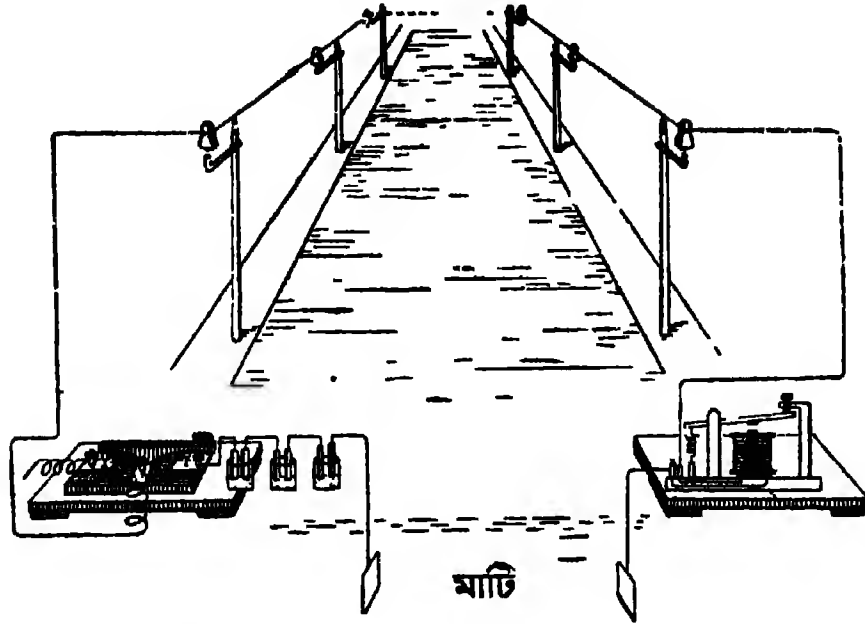


১১নং চিত্র—টেলিগ্রাফ, প্রেবক-যন্ত্র

১২নং চিত্র—টেলিগ্রাফ, গ্রাহক-যন্ত্র

বাহিরাব সময় উপবেব একটি শব্দ কবিবার লেভাবেব আকর্ষণ কবে, ফলে প্রেবক যন্ত্রের জন্ম এখানেও শব্দ হয়। বৈদ্যুতিক চুম্বকেব অপব প্রাপ্ত পৃথিবীর সহিত সংযুক্ত থাকায় তড়িৎপ্রবাহ পৃথিবীর মধ্য দিয়া পূর্বোক্ত তড়িৎ সেলে গিয়া পৌঁছে। এইকপে সমস্ত পথ সম্পূর্ণ হয়। প্রেবকেব হাতল ছাড়িয়া দিলে এই যোগ ছিন্ন হয়, পুনরায় টিপিলে আবার পূর্বোক্ত ব্যাপার ঘটে। এইকপে উৎপন্ন টবে, টক্কা শব্দ গুলিব সমাবেশে সমগ্র বর্ণমালাব সঙ্কেত করা হয়; তাহাতেই একস্থান হইতে অন্য স্থানে বার্তা প্রেবণ কবিবার ব্যবস্থা হয়। মনে

কবা যাঁউক 'Ant' কথাটি একস্থান হইতে অন্যস্থানে প্রেবণ কবিতো হইবে। ইহাতে তিনটি অক্ষর A, n ও t পব পব বসান আছে। 'টবে' শব্দ এবং 'টকা'



১২১নং চিত্র—সমগ্র টেলিগ্রাফের ব্যবস্থা

শব্দ দুইটির সমন্বয়ে A অক্ষরটি বুঝান হয়, সেকপ 'টকা' এবং 'টবে' শব্দ দুইটির সমন্বয়ে n শব্দটির সংকেত বুঝান হয় এবং কেবলমাত্র 'টকা' শব্দ দিয়া t অক্ষরটি বুঝান হয়। অতএব পব পব ঐকপ শব্দ কবিয়া সমগ্র 'Ant' শব্দটি বুঝান হয়।

টবে এবং টকা শব্দগুলির সংকেত লিখিয়া বাখিতে হইলে মাত্র দুইটি চিহ্ন মনে কবিয়া বাখিলেই চলে। টবে একটি বিন্দু দিয়া এবং টকা একটি বেগাব দ্বারা সূচিত হয়।

যথা :— A = · —

B = — ...

C = — · — ·

D = — · ইত্যাদি

সংক্ষেপ :—তড়িৎ সেল হইতে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি করা যাইতে পারে। বহু প্রকারের তড়িৎ সেল আছে। কতকগুলি পদার্থের মধ্য দিয়া তড়িৎ সহজে যাতায়াত করে, কতকগুলি

মধ্য দিয়া যায় না বলিলেই চলে। প্রথমগুলি তড়িৎ পরিবাহী অপবগুলি বিদ্যাদ্রব্যক। তড়িৎ-প্রবাহের কালে তাপ, আলো সৃষ্ট হয়, পদার্থে রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে। তড়িৎবাহী তারের চতুর্পার্শ্বে চুম্বক শক্তির লক্ষণ প্রকাশ পায়। আম্পিয়ার এই চুম্বক শক্তির গতি সম্বন্ধে একটি সূত্র বাহিব করিয়াছেন। তড়িৎবাহী তার লৌহদণ্ডে জড়াইয়া ইচ্ছামত শক্তিশালী বৈদ্যুতিক চুম্বক প্রস্তুত করা যায়। তড়িৎ প্রবাহের সাহায্যে তড়িৎ ঘণ্টা, টেলিগ্রাফ, টেলিফোন প্রভৃতি বহু নিতা ব্যবহার্য প্রয়োজনীয় দ্রব্য নির্মিত হইয়াছে।

একাদশ প্রশ্নমালা

১। তড়িৎ-সেল কাকে বলে? যে কোন একটি তড়িৎ-সেল বর্ণনা কর? (What is an electric cell? Describe any one of such cells.)

২। একটি তারের মধ্য দিয়া তড়িৎ-প্রবাহ চলিতেছে কিনা এবং চলিলে কোন্ দিক হইতে কোন্ দিকে চলিতেছে তাহা কিরূপে পরীক্ষা করিবে? (How would you test whether electric current is flowing through a wire? If it flows, from which direction?)

৩। তড়িৎ-চুম্বক কাকে বলে? উহা প্রধানত কোন্ কোন্ কার্যে ব্যবহৃত হয়? কি উপায়ে ইহার চুম্বক-শক্তি বৃদ্ধি করা যাইতে পারে? (What is an electro-magnet? What are its main uses? How its strength can be increased?)

৪। তড়িৎ-ঘণ্টার একটি পরিষ্কার চিত্র দিও। উহার কাৰ্য প্রণালী বুঝাও। (Describe the principle of an electric bell with the help of a clear diagram.)

[কঃ বিঃ ১৯৪০]

৫। চিত্র সাহায্যে সমগ্র টেলিগ্রাফ যন্ত্রের কাৰ্য প্রণালী বুঝাইয়া দাও। (Describe the whole system of a telegraph circuit by the help of a diagram.)

৬। টেলিগ্রাফ পথের ধাতব তারের দুই প্রান্ত মাটিতে পুঁতিয়া দেওয়ার কি সুবিধা হয়? (What advantage do we derive by earthing the terminals of the telegraph circuit?)

ৰসায়ন বিজ্ঞা

প্ৰথম পৰিচ্ছেদ

মিশ্ৰ পদাৰ্থ ও দ্ৰৱণ

কিছু লৌহচূৰ্ণ ও কিছু গন্ধকচূৰ্ণ একটী পাত্ৰে ৰাখিয়া ভাল ৰবিয়া মিলাও। দেখ এট মিশ্ৰিত পদাৰ্থেৰ বং লোহাৰ কাল বং ও গন্ধকেৰ হব্দে বংএব মানানানি হইবাছে। একটী আতম-কাচ (Magnifying glass) দিয়া পৰীক্ষা ৰণিলে দেখিবো যে, লৌহ ও গন্ধকেৰ বণাগুলি পাশাপাশি অবস্থিত ৰখিয়াছে। মিশ্ৰিত পদাৰ্থেৰ লৌহ এবং গন্ধক উভয়ই গুণ বৰ্তমান থাকে। এই মিশ্ৰিত পদাৰ্থেৰ বিষদংশ এক টুকুৰা কাগজেৰ উপৰ ৰাখ, একটী চুম্বক লইয়া তাহাৰ মধ্য দিয়া বাব কবেৰ নাড়িলে সমস্ত লৌহচূৰ্ণগুলি ইহাতে আকৃষ্ট হইয়া লাগিয়া বাইবে এবং গন্ধকচূৰ্ণ পড়িয়া থাকিবো। মিশ্ৰিত পদাৰ্থেৰ বিষদংশ এৰটি পৰীক্ষা নল (Test tube এ) লইয়া কাবন বাই সালফাইড্ নামক তৰলপদাৰ্থ ঢাৰিয়া নাড়িলে গন্ধক ইহাতে দৰীভূত হইবো। পৰে পৰিস্ৰুতি কাগজেৰ ভিতৰ দিয়া ছাঁকিয়া বইলে লৌহচূৰ্ণ কাগজেৰ উপৰ আটুৰাইবা বাইবে ও গন্ধকেৰ দ্ৰাৱণ নিচেৰ পাত্ৰে সংগৃহীত হইবো। বাতাসে কাবন বাইসাল্ফাইড্ উৰিয়া গেলে পাত্ৰে গন্ধক পড়িয়া থাকিতে দেখা যায়। এই মিশ্ৰণেৰ ফলে কোন নূতন পদাৰ্থ প্ৰস্তুত হয় নাই। লবণ জলেৰ সহিত মিলায়া গেলে এইকপ মিশ্ৰপদাৰ্থেৰ সৃষ্টি হয়। ছুই বা ততোধিক পদাৰ্থেৰ এইকপ মিশ্ৰণেৰ ফলে যে পদাৰ্থ সৃষ্ট হয়, তাহাকে মিশ্ৰ (Mixture) বহে। মিশ্ৰপদাৰ্থেৰ গুণ ইহাৰ উপাদানগুলিৰ গুণেৰ সমষ্টিমাত্ৰ, ইহা কোন নূতন পদাৰ্থ নহে এবং ইহাৰ উপাদানগুলিকে সহজেই পৃথক কৰা যায়।

একপ কিছু বালি ও কিছু চিনি মিশাইলে দেখা যাইবে মিশ্রিত পদার্থেব বং, চিনিব বং এবং বালিব বংএব মাঝামাঝি হইয়াছে এবং বালি ও চিনিব দানাগুলি পাশাপাশি বিচ্ছিন্ন বহিয়াছে। ইহাতে যদি পুনরায় কেবলমাত্র বালি মিশান হয় তবে দেখা যাইবে মিশ্রপদার্থেব বং ক্রমশ বালিব বংএব মত হইয়া যাইতেছে। একপ যত ইচ্ছা বালি ইহাতে মিশাইতে পারা যাইবে। যেমন কবিয়াই মিশ্রিত করা হউক না কেন এখন যদি এই মিশ্র পদার্থেব খানিকটা লইয়া সূক্ষ্মভাবে পরীক্ষা করা হয় তবে দেখা যাইবে একই মিশ্রপদার্থে উপাদান-গুলিব পরিমাণেব অনুপাত সকল অংশে সমান নহে।

মিশ্র পদার্থ হইতে বিভিন্ন পদার্থ ক্রমে পৃথক করা যায় দেখা যাউক। বহুবিধ মিশ্র পদার্থ হইতে বিভিন্ন পদার্থেব পৃথক করিবার উপায়ও বহুবিধ, তাহাদের মধ্যে কয়েকটি সহজসাধ্য উপায় নিম্নে বিবৃত হইল।

১। হাত বাড়াই- এখন কোন বড় আয়তনের পদার্থ ক্ষুদ্র আয়তনের পদার্থেব সহিত মিশিয়া যায়, কিংবা এখন কোন বিভিন্ন বংএব ছোট বা ততোধিক পদার্থ একত্র মিশ্রিত থাকে, তখন হাত বাড়াই দ্বারা সহজেই পদার্থগুলিকে পৃথক করা যায়। মনে কর চালের সহিত চিনিব দানা মিশিয়া গিয়াছে। হাত বাড়াই দ্বারা চালের দানাগুলি সহজেই চিনিব দানা হইতে পৃথক করা যায়। কিংবা যদি চাল এবং ডাল একত্র মিশাইয়া যায় তখনও হাত বাড়াই দ্বারা ইহাদিগকে পৃথক করা যায়।

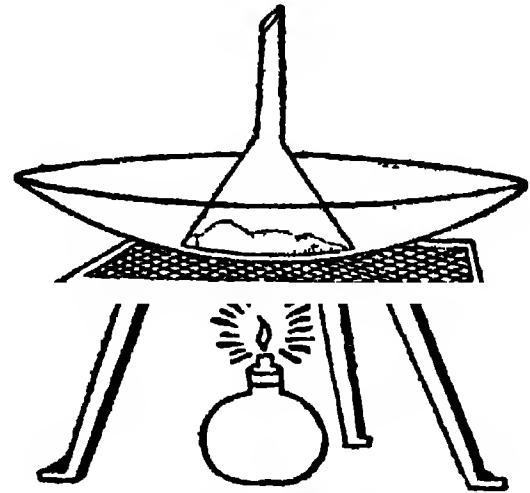
২। চালুনি দিয়া ছাঁকা—মোটা দানা ও সূক্ষ্ম দানাব মিশ্রণ হইতে একটিকে পৃথক করিবার ইহা সবাপেক্ষা সহজ উপায়। তোমরা অনেকেই দেখিয়াছ চাল গুঁড়াইয়া সবেদা প্রস্তুত করিবার সময় চালুনি দিয়া ছাঁকিয়া মোটা দানা গুলি কেমন করিয়া পৃথক করা হয়। চাল গুঁড়াইয়া চালুনিব উপর ঢালিয়া নাড়িলে সূক্ষ্ম দানাগুলি চালুনি গলিয়া নিচে পড়িয়া যায়; ইহাই সবেদা, এবং চালুনিব উপর বড় দানাগুলি থাকিয়া যায়। তাহা-দিগকে পুনরায় গুঁড়াইয়া সূক্ষ্ম করা হয়।

মিশ্র পদার্থ ও দ্রবণ

৩। চুষক সাহায্যে—বিছু গন্ধক ও লোহাচূর্ণ একত্রে মিশাইয়া একটি কাচের পাত্রেব উপর ছড়াইয়া দাও। পবে একটি চুষক লইয়া আস্তে আস্তে ঐ মিশ্রিত পদার্থেব উপর বুলাইতে থাক, দেখিবে চুষকেব গায়ে লোহাচূৰ গুলি লাগিয়া যাইতেছে আৰ গন্ধক পড়িয়া আছে।

৭। দ্রব কৰিয়া—মনে কৰ বালি ও চিনি এক সঙ্গে মিশিয়া গিয়াছে। মিশ্রিত দ্রব্যকে একটি পাত্রেব জলে ঢালিয়া নাড়া চাড়া কৰ, চিনি জলে গুলিয়া যাইবে কিন্তু বালি গুলিবে না। পবে একটি পাত্রেব উপর দানেল বসাইয়া তাহাব উপর পৰিস্কাৰিত কাগজ ভাঁজিয়া ঠিক ফানেলেব মত কৰিয়া বসাইয়া দাও। পবে উহাতে পূৰ্বোক্ত দ্রবণ ঢালিয়া দাও। দেখিবে বালি ফানেলেব উপর পৰিস্কাৰিত কাগজে জমিয়া থাকিবে এবং চিনিব জল নিচেব পাত্রে সঞ্চিত হইবে। এখন বালি বোদে শুকাইয়া বা গবন কৰিয়া অথবা শুকনা ব্লাটিং কাগজেব সাহায্যে শুকাইয়া লইতে পাৰ। যায এবং চিনিব জল ফুটাইয়া ঘন কৰিয়া পুনৰায় চিনি প্ৰস্তুত কৰা যাইতে পাৰে। তবল পদার্থে অত্ৰ পদার্থ দ্রব কৰিয়া যে দ্রবণ প্ৰস্তুত কৰা যায তাহা হইতে পুনৰায় পদার্থগুলিকে পৃথক কৰিবাব অনেকগুলি উপায় আছে। দ্রবণ সম্বন্ধে বলিবাব সময় সেগুলি বৰ্ণন্যথভাবে বৰ্ণিত হইবে।

৫। উদ্ধৰপাতন প্ৰক্ৰিয়াৰ দ্বাৰা—
কিছু বালিব মধ্যে কিছু কপূৰ মিশাইয়া দেওয়া হইয়াছে। ইহাদিগকে পৃথক কৰিতে হইলে একটি লোহাব তেপাষাব উপর লোহাব জাল দিয়া তাহাব উপর একটি বড় ঘড়িব কাচ (Watch glass) বাখ। ঐ ঘড়িব কাচের উপর বালি মিশানো কপূৰ বাখিয়া যাহাতে ঐ বালি মিশানো কপূৰ সম্পূৰ্ণৰূপে ঢাকা পড়ে এমন



১নং চিত্ৰ—উদ্ধৰপাতন

ভাবে একটি কাচের ফানেল উহার উপর ঢাকা দাও (১নং চিত্র)। পবে দুনিচে একটি স্পিৰিট লম্প জালিয়া দাও। যত সময় বাইবে ততই ফানেলের ভিতর একপ্রকার শাদা বাষ্প উঠিয়া আবার ফানেলের গায়ে গিয়া শাদা গুঁড়াব মত জমিয়া যাইবে। শাদা ধোঁয়াগুলি কর্পূবেব বাষ্প—ফানেলের অপেক্ষাকৃত শীতল গাত্রে লাগিয়া জমিয়া পুনৰায় কর্পূব হইয়া গিয়াছে। এইরূপ কঠিন পদার্থের উত্তাপ পাঠিয়া তবল না হইয়া একেবাবে গ্যাসীয় আকার ধারণ এবং শীতলতা পাঠিয়া গ্যাসীয় পদার্থের একেবাবে কঠিন আকার ধারণ কবাকে **উদ্ধৰ্পাতন** (Sublimation) বলে।

জলে ডুবিয়া যায় অথচ জলে দ্রব হয় না এমন পদার্থ, যদি জলে ভাসে অথচ জলে গুলিয়া যায় না এমন পদার্থের সহিত মিশিয়া যায় তবে ঐ মিশ্রিত পদার্থগুলিকে জলে ফেলিয়া সহজেই পৃথক কবা যায়। যেগুলি ভাসে সেগুলিকে ছাঁকিয়া লইতে হয় এবং যেগুলি ডুবিয়া যায় তাহাদিগকে পৰিস্ফুটি কাগজের ভিতর দিয়া চোয়াট্টা নইয়া পৃথক কবা যায়। আরও বহুবিধ উপায় মিশ্র পদার্থের উপাদানগুলি পৃথক কবা যা। তাহা তোমরা পরে জানিতে পারিবে।

দ্রবণ

এক গ্লাস জলে কিছু বালি কিংবা খড়ি গুঁড়া ফেলিয়া একটি কাঠি দিয়া ভাল করিয়া নাড়িলে দেখিবে এই জল ধোলা হইয়া গেল। জলকে স্থির হইতে দিয়া কিছুক্ষণ পরে দেখ, সমস্ত গুঁড়া গ্লাসের তলার থিতাইয়া পড়িয়াছে। ইহাতে বুঝা গেল, বালি বা খড়ি জলের সহিত মিশে না।

একটি কাচের ক্লাসে কিছু পরিমিত জল লইয়া উত্তে কিছু তুঁতে গুঁড়াইয়া ফেলিয়া দাও এবং একটি কাচ দ গুব দ্বারা নাড়িতে থাক। দেখিবে জল ক্রমশ নীল হইয়া আসিতেছে। কিয়ৎক্ষণ পরে এমন অবস্থা আসিবে যে সমস্ত জল একরূপ নীল হইয়া যাইবে, আর যতই নাড় না কেন, ইহাব বংএব পরিবর্তন

হইবে না। কিন্তু যদি আবার কিছু তুঁতে দিয়া নাড়িতে থাক তবে দেখিবে জলের বং গাঢ় নীল হইতেছে। এইরূপ গাঢ়তাবও একটি সীমা আছে। যখন জল ও তুঁতে এইরূপ মিশিয়া যায় তখন আমবা তুঁতের দ্রবণ পাই।

এইরূপ একটি কাচের মাংসে পবিত্র জল লইয়া উহাতে কিছু চিনি ফেলিয়া দিয়া জল নাড়িতে থাক। অল্পক্ষণ পরে এই চিনি আর দেখিতে পাওয়া যাইবে না। মাংসের জল একটু মনে দিয়া দেখ, উহা স্বাদ মিষ্ট হইয়াছে। এইরূপ এক চামচ লবণ কিঞ্চিৎ জলে ফেলিলে ওই লবণও আর দেখা যায় না এবং জলের স্বাদ কিঞ্চিৎ লোণা হয়। অতএব বুঝা গেল, চিনি বা লবণ জলে গুলিয়া গিয়া অদৃশ্য হইয়াছে। কোনও জিনিষ জলে গুলিয়া গেলে আমবা বলিয়া থাকি যে, জিনিষটি জলে দ্রব হইয়াছে। এইজন্য জল, চিনি বা লবণের দ্রাবক (Solvent), চিনি বা লবণ জলের দ্রব্য (Solute) এবং এই চিনি বা লবণ মিশ্রিত জলকে চিনি বা লবণের দ্রবণ (Solution) বলা হয়। এইরূপ দটুকিবি, সোণা, নিশাদল, গীলাকস প্রভৃতি দ্রব্য জলে দ্রবণীয়।

জল দেখিতে পবিত্র হইলেই যে তাহাতে কোন দ্রব্য মিশ্রিত নাই এ কথা বলা যায় না। লবণ নলকপ বা লবণের জল সাধারণত বেশ স্বচ্ছ দেখা যায়, কিন্তু ওই জল মনে দিলে বুঝা যায় ইহা নির্মল জলের মত স্বাদহীন নহে এবং একটি পাত্রে এই জল লইয়া কিছুক্ষণ পবিষা ফুটাইলে যখন সমস্ত জল উবিষা যায়, তখন দেখা যায় পাত্রে গুঁড়া গুঁড়া কি পড়িয়া আছে। তাহা হইলে জলে ঐ গুঁড়া দ্রব্য মিশ্রিত ছিল।

এখন একগ্রাস জলে কিছু গালাব গুঁড়া ফেলিয়া নাড়িলে দেখিবে যে, গালা জলে দ্রবণীয় নহে। কিন্তু জলের পবিত্রত যদি স্পিৰিট্ ব্যবহার করা যায়, তাহা হইলে গালা তাহাতে গুলিয়া যায়। অতএব গালা জলে অদ্রব্য হইলেও স্পিৰিটে দ্রবণীয়। এইরূপ গন্ধকও জলে দ্রব হয় না, কিন্তু উহা কার্বন্ বাইসাল্-ফাইড (Carbon Bisulphide) নামক তরল পদার্থে সহজেই গুলিয়া যায়। সুতরাং জানা গেল যে, কোন পদার্থ জলে দ্রবণীয় না হইলেও অল্প কোন তরল

পদার্থে দ্রব হইতে পারে। আমবা যে ডাক্তারী ঔষধ সেবন কবি, তাহাৰ অনেকগুলিই স্পিৰিটে দ্রবীভূত থাকে। শৰীৰেৰ কোন স্থান কাটিয়া গেলে যে টিংচাৰ আইওডিন (Tinc. Iodine) ব্যবহাৰ কৰা হয়, তাহা স্পিৰিট ও আইওডিনেৰ দ্রবণমাত্ৰ। হোমিওপ্যাথী ঔষধ বিশুদ্ধ স্পিৰিট ব্যতীত প্ৰস্তুত হয় না। এই সকল দ্রবণেৰ খানিকটা কৰিয়া, বিভিন্ন পাত্ৰে লইয়া পৰীক্ষা কৰিলে দেখা যাইবে একাট নিৰ্দিষ্ট পৰিমাণ দ্ৰাবকে একাট নিৰ্দিষ্ট পৰিমাণ দ্ৰাব বিদ্যমান থাকে। নতুবা একট মিলিবৰ দ্রবণেৰ বিভিন্ন অংশ বিভিন্নৰূপে মিষ্ট হইত। এইৰূপে যে কোন পদার্থে যদি অপৰ পদার্থ এমনভাবে মিশ্ৰিত কৰা হয় যে মিশ্ৰিত পদার্থেৰ যে কোন অংশে বিভিন্ন পদার্থেৰ অংশেৰ অনুপাত সমান থাকে তৰে ঐ মিশ্ৰিত পদার্থটিকে পদার্থগুলিৰ দ্রবণ বলা হয়।

পদার্থগুলিৰ মন্যে একাট তৰল হইলেই একটা সংমিশ্ৰণ সম্ভব হয় বলিয়া দ্রবণ মাত্ৰই তৰল।

খানিকটা জল তল অল কৰিয়া ক্ৰমাগত চিনি ঢালিয়া কাঠি দিয়া বেষণ কৰিয়া নাডিতে থাক। প্ৰথমে চিনি বেষণ গুলিয়া যাইবে কিন্তু কিছুক্ষণ পৰে দেখিবে চিনি আৰু দ্রবীভূত হইতেনে না। জল নাডা বন্ধ কৰিলে গাৰেৰ তলায় খানিকটা চিনি পড়িয়া থাকে। এই অবস্থায় এই জলকে চিনি দ্বাৰা **সংপূৰ্ণ** (Saturated) বলা হয়। জলেৰ পৰিমাণ বাড়াইয়া দিলে গাৰেৰ তলায় বে চিনি পড়িয়া থাকে, তাহাও ক্ৰমশঃ গুলিয়া যায়। অতএব বুঝা গেল যে, নিৰ্দিষ্ট পৰিমাণ জল একাট নিৰ্দিষ্ট পৰিমাণ চিনি দ্রবীভূত অবস্থায় ধাৰণ কৰিতে পারে। অবশ্য কোন নিৰ্দিষ্ট পৰিমাণ জলে সকল বস্তু সমপৰিমাণে দ্রবীভূত হয় না। এক সেৰ জলে যত চিনি গুলিয়া যায়, লবণ তত গুলিবে না। এইজন্য স্থানাংক বুলিয়া থাকি জলে চিনিৰ **দ্রাব্যতা** (Solubility) লবণেৰ দ্রাব্যতা অপেক্ষা অধিক।

চিনিৰ দ্বাৰা সংপূৰ্ণ জলেৰ তলায় যে চিনি পড়িয়া থাকে, জলেৰ পৰিমাণ না বাড়াইয়া উহাতে উত্তাপ দিলেও সেই চিনি ক্ৰমশঃ গুলিয়া যাইতে

থাকে। আবার এই জল ঠাণ্ডা হইলে, যে চিনি তাপ দেওয়ায় জলে দ্রব হইয়াছিল, তাহা পুনর্বার পাত্রের তলায় থিতাইয়া পড়ে। অতএব, বস্তুব দ্রাব্যতা উষ্ণতার সঙ্গে সঙ্গে বর্দ্ধিত হয়।

আবও দেখ, জলে সোবা বা নিশাদল দ্রবীভূত করিলে সেই জল বেশ কিছু ঠাণ্ডা হয়। সাধারণত কঠিন পদার্থ জলে দ্রবীভূত হইলে দ্রবণের উষ্ণতা কিছু কমানিয়া দেয়।

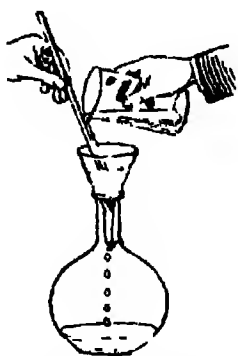
কেবল যে কঠিন পদার্থই দ্রব হয়, তাহা নহে। তবল বা বায়বীয় পদার্থও কঠিন পদার্থের ন্যায় দ্রবীভূত হইতে পারে। স্পিরিট ও গ্লিসারিন জলের সহিত মিশ্রিত হয়, কিন্তু তেল একপাশে না। তবে তেল স্পিরিটে দ্রব হয়, সেইজন্য হাতে তেল লাগিলে জল দিয়া ধুইলে তেল উঠে না, কিন্তু একটু স্পিরিট দিলেই হাত পরিষ্কার হইয়া যায়। তোনবা বোধ হয় জান, নোড়া ওয়াটারের বোতল খুলিলেই একটি গ্যাস জোরে বাহির হইতে থাকে। এই গ্যাসটি কার্বন ডাইঅক্সাইড (Carbon Dioxide) নামক গ্যাস। বস্তুত নোড়া ওয়াটারে সোড়া মোটেই থাকে না, কেবল এই গ্যাস দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। বৃষ্টির জলও পড়িবাব সময় বায়ুমণ্ডলস্থ কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস দ্রবীভূত ববিয়া লয়।

এখানে তবল পদার্থের সহিত মিশ্রিত অন্য পদার্থ পৃথক করিবার উপায়গুলি দেখা দাউব :—

পূর্বে দেখা গিয়াছে বালি, খড়িমাটি প্রভৃতি জলে দ্রবীভূত হয় না, কিন্তু চিনি, মিছরি, লবণ প্রভৃতি পদার্থ জলে দ্রবীভূত হয়। এক একটি তবল পদার্থে কয়েকটি পদার্থ দ্রবীভূত হয় আবার কতকগুলি দ্রবীভূত হয় না। যে সকল পদার্থ তবল পদার্থে দ্রবীভূত না হইয়া উহাতে মিশ্রিত থাকে, তাহাদিগকে সাধারণত থিতাইয়া বা **আশ্রাবণ** দ্বারা (Decanting) পৃথক করা যায়। নদীর জল বর্ষাকালে ঘোলা হয়। কার্বন বৃষ্টির জলে মাটি ও অন্যান্য নানাবিধ পদার্থ ধুইয়া নদীতে আসিয়া পড়ে। ইহাদের কিয়দংশ জলে দ্রব হইলেও অধিকাংশই ভাসমান অবস্থায় থাকে। এই ঘোলা জল কোন পাত্রে স্থির

ভাবে কয়েক ঘণ্টা বাগিয়া দিলে, ওই ময়লা পাত্রের তলদেশে কাদার আঁবাবে জমে ও উপরের জল অনেকটা স্বচ্ছ হয়। ব্যবহারের জন্য পবিস্কার জল উপর হইতে আস্তে আস্তে ঢালিয়া লওয়া হয়। কিন্তু স্বচ্ছ দেখাইলেও এই জলের সমস্ত ময়লা দূবীভূত হয় নাই।

ওই বাদাজল যদি কোন কাপড়ে ছাঁকিয়া ফেলা হয় তাহা হইলে অনেক মাটি কাপড়ের উপর আটকাইয়া যায়। পিত্তান জল অপেক্ষা এই জল অনেকটা পবিস্কৃত হইলেও সম্পূর্ণ পবিস্কৃত নহে। বাবণ, কাপড়ের ছিদ্ৰপথে সমস্ত মাটি আটকাইতে পারে না। পবিস্কৃতি কাগজ (Filter-paper) দ্বারা এই



২নং—পবিস্কৃতি

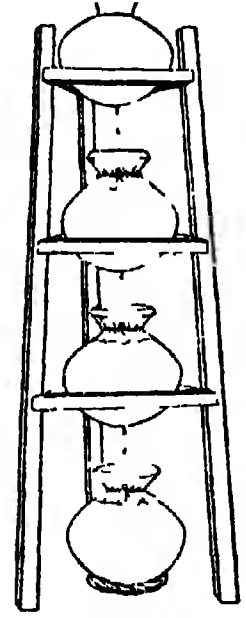
ছাঁকন কায স্ফটিককাপ সম্পূর্ণ হইতে পারে। এই পবিস্কৃতি কাগজ ব্লটিং কাগজের মত সচ্ছিদ্র, তবে উহার ছিদ্ৰগুলি এত সূক্ষ্ম যে, ইহার মধ্যে জল গাইলেও মাটি প্রস্ফতিত কণা গাইতে পারেনা। একটি ব'চের কানেল (Funnel) এর মধ্যে একখানি পবিস্কৃতি কাগজ ভাঁজিয়া ঠোঙ্গার মত কাঁচের বসাইয়া দাও। কানেলের তলায় একটি পাত্র বসাইয়া একটি

বাচদাগুন গা বাতিয়া ঘোলা জল পবিস্কৃতি কাগজের উপর ধীরে ধীরে ঢাল (২নং চিত্র)। দেখ কানেলের নল দিয়া যে জল চুষাইয়া পড়িতেছে, তাহা বেশ পবিস্কার ও সমস্ত কাদা পবিস্কৃতি কাগজের উপর থাকিয়া গিয়াছে।

কোন তবল পদার্থকে ছাঁকিয়া উহাতে ভাসমান পদার্থগুলি হইতে উহাকে পৃথক করিয়া লওয়ার প্রক্রিয়াকে **পবিস্কৃতি** বা **পবিস্কাবণ** (Filtration) বলে।

এক্ষণে একনাটি ঘোলাজলে এক চামচ লবণ মিশাইয়া সেই জল উপবিউক্ত উপায়ে ছাঁকিয়া লও। কানেলের নিচের পাত্রের পবিস্কৃত জল মুখে দিয়া দেখ লোণা লাগিবে। লবণ জলে দ্রব হইয়া পবিস্কাবণকালে জলের সহিত পবিস্কৃতি কাগজের ভিতর দিয়া চলিয়া আসিয়াছে। সুতবাং পবিস্কাবণ প্রক্রিয়া দ্বারা দ্রবীভূত পদার্থকে জল হইতে পৃথক করা যায় না, কেবলমাত্র অদ্রব্য পদার্থগুলিই দ্রবীভূত হয়।

বালি ও কয়লাৰ মধ্য দিয়া জল চুয়াইয়া গেলে জলে অদ্রবীভূত সমস্ত ময়লা ওই বালি ও কয়লাতে আটকাইয়া যায়। যে স্থানে পবিত্ৰ কলেব জল পাওয়া যায় না, সেখানে এই উপায়ে জল পবিত্ৰাব কৰিবাব জন্ত ফিল্টাৰ (Filter) ব্যবহৃত হয়। অনং চিত্ৰে দেখ, একটি কাঠের ফ্রেমে চানিটি কলসী উপর উপর বসান আছে। উপরের তিনটি কলসীর ওলায় ছিদ্র আছে। উপরের প্রথম কলসীতে অপবিত্ৰ জল ঢালিয়া দেওয়া হয়, দ্বিতীয় কলসীতে কিছু পবিত্ৰ কাঠকয়লা ও তৃতীয়টিতে পবিত্ৰ বালি থাকে। কয়লা ও বালির মধ্য দিয়া জল বাইবান সময় উহাতে ভাসমান ময়লাগুলি কয়লা ও বালিতে আটকাইয়া যায়, স্তবৎ সর্বনিম্ন কলসীতে স্বচ্ছ জল পড়ে। ইন্দাব ও বানগাব জল মাটির ভিতর দিয়া আগিবান সময় এইকপ পবিত্ৰ হয় বলিয়া সকল সময়ই স্বচ্ছ।

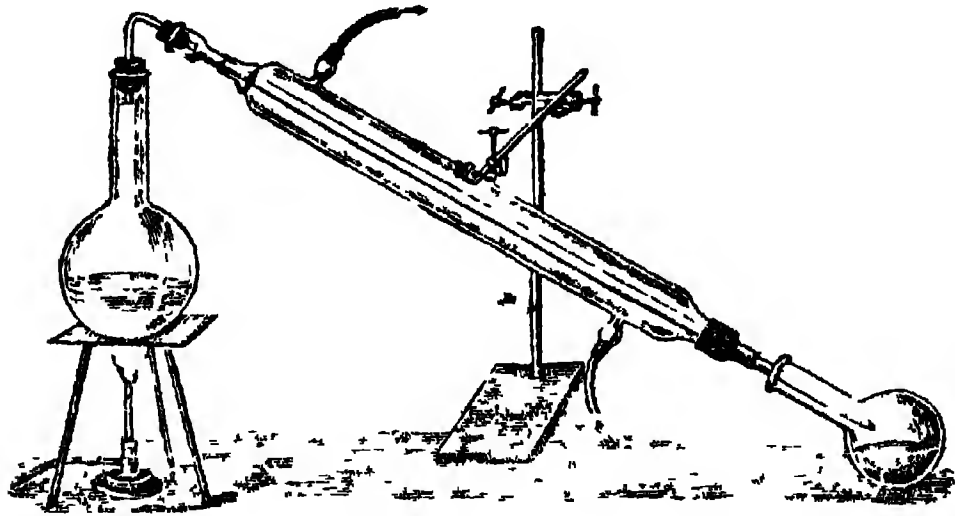


অনং চিত্র—ফিল্টাৰ

পাতন—দেখা গিয়াছে যে, বালি, খড়ি, মাটি প্রভৃতির দ্বারা যে সকল পদার্থ জলে দ্রবীভূত না হইয়া থাকে, পবিত্ৰাবণ প্রক্রিয়ার দ্বারা তাহা-দিগকে জল হইতে পৃথক করা যায়। কিন্তু চিনি, লবণ, তুতে প্রভৃতির দ্বারা যে সকল পদার্থ জলে দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে, তাহাদিগকে এই উপায়ে দ্রবীভূত করা যায় না। জল বুটাইলে কেবল বিশুদ্ধ জলকণাগুলিই বাষ্পীভবিত উঠিয়া যায় এবং চিনি, লবণ ইত্যাদি মিশ্রিত পদার্থগুলি পড়িয়া থাকে। এই উষ্ণ জলীয় বাষ্পকে শীতল করিয়া জমাইলে আমবা বিশুদ্ধ জল পাইতে পাৰি। জলের দ্বারা কোন তরল পদার্থকেও, উহাতে দ্রবীভূত পদার্থ হইতে এই উপায়ে বিশুদ্ধ করা যায়। এই শোধন-প্রণালীকে বৈজ্ঞানিক ভাষায় **পাতন** (Distillation) ও চলতি কথায় ‘চোলাই করা’ বলে। তবেই দেখিতেছ যে, পাতন প্রক্রিয়ায় প্রথমে বাষ্পীভবন ও পবে

যনীভবন হইয়া থাকে। সমুদ্রজল প্রাকৃতিক উপায়ে পাতিত হইয়া বৃষ্টির জলে পবিণত হয়।

অল্প পরিমাণ জল পাতিত করিতে যে যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, ৪নং চিত্রে তাহা প্রদর্শিত হইল। চিত্রটির বাম পার্শ্বে কাচকূপীতে (Flask) কিছু চিনির জল ফুটান হইতেছে। জল বাষ্প হইয়া পাত্রটির মুখের নল দিয়া অত্র একটি লম্বা কাচনলের মধ্য দিয়া বাইরের সমস্ত শীতল ভিত্তি পুনর্বার জমিয়া জল হয়। এই জল উক্ত নলের অপর প্রান্তে বস্তুত আব একটি পাত্রে আঁসিয়া জমিতেছে। পাত্রস্থ জল বিশুদ্ধ ও নিমল। চিত্রে দেখ, এই লম্বা নলটির বাহ্যিক আবও একটি বড় নল দাঁহিয়াছে। এই ছোট নলের ব্যবহারী হইল দিয়া শীতল জল



৪ নং চিত্র—পাতন

প্রবাহিত করিবার বন্দোবস্ত বহিয়াছে। বড় নলটির মাঝে উপরের মুখটি দিয়া এই জল বাষ্প হইয়া যায়।

বাসায়নিক পরীক্ষার জন্য, দ্রাক্ষারী ঔষধ প্রস্তুত করিতে ও মোটর গাড়ীর ব্যাটারীতে পাতিত জল (Distilled water) বর্ণেই পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

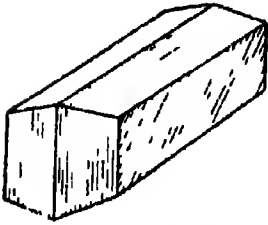
এতদ্ভিন্ন একটি তরল পদার্থে একটি কঠিন পদার্থ দ্রবীভূত অবস্থায় থাকিলে তাহাকে স্ফটিকীকরণ প্রক্রিয়া দ্বারা পৃথক করা যায়।

ফটিকীকরণ—এক টুকুড়া লবণ ভাঙ্গিলে তাহা অনেকগুলি দানায় বিভক্ত হয়। পরীক্ষা করিয়া দেখ, এই দানাগুলি দেখিতে ছোটবড় হইলেও ইহাদেব সকলগুলিবই আকৃতি একরূপ। একখণ্ড মিছবি ভাঙ্গিলেও যে দানাগুলি বাহির হয়, তাহাদেবও আকৃতি পরস্পর একই রূপ। কিন্তু দেখ, লবণ-দানার আকৃতি মিছবি-দানার আকৃতি হইতে সম্পূর্ণ বিভিন্ন, লবণের দানা (৫নং চিত্র) ষট্‌তলবিশিষ্ট ঘনক



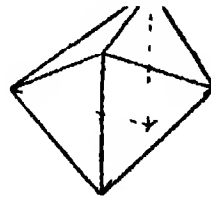
৫নং চিত্র—লবণের দানা

(Cube) এবং মিছবির দানার (৬নং চিত্র) আটটি তল দেখি ও পাওয়া যায়। ষট্‌কিবির দানা আটতলবিশিষ্ট বটে, কিন্তু ইহা দেখিতে মিছবির দানার মত নহে। ৮নং চিত্রে তুঁতের দানার আকৃতি বিকল্প ভাবে দেখ। এইরূপে দেখা যায়, বিভিন্ন দ্রব্যের দানাগুলি দেখিতে একরূপ নয় এবং প্রত্যেক



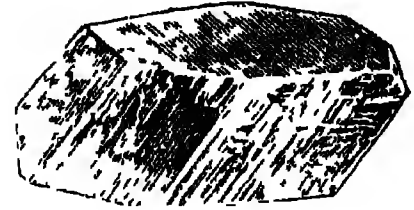
৬নং চিত্র

মিছবির দানা



৭নং চিত্র

ষট্‌কিবির দানা



৮নং চিত্র

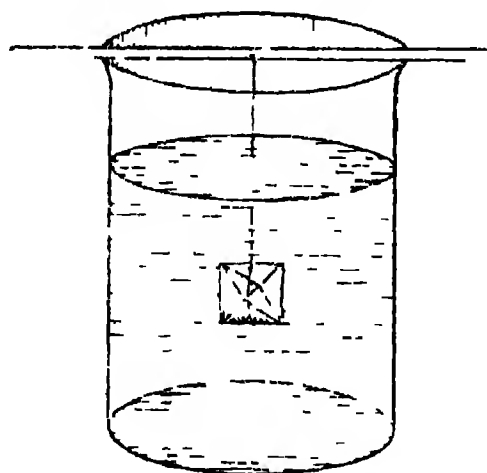
তুঁতের দানা

দ্রব্যের দানাগুলির আকৃতির একটা বিশেষত্ব আছে। অনেক সময়ে দানার আকৃতি দেখিয়াই ইহা কোন্‌ পদার্থের দানা বলিতে পারা যায়।

একটি পাত্রে থানিকটা জল লইয়া উহাতে তুঁতের গুঁড়া মিশাইয়া উহার সংপৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুত কর। এই সংপৃক্ত দ্রবণের ক্রিয়াদংশ একটি অগভীর পাত্রে ঢালিয়া পাত্রটি একধারে সবাইয়া রাখ। দ্রবণের

অবশিষ্টাংশ তাপ দিলে দেখা যায়, নীলবর্ণের তুঁতেব দানা বাহির হইতেছে। এই দানাগুলি দেখিতে ক্ষুদ্র, কিন্তু প্রথমোক্ত পাত্রটি দিনেব পব দিন পরীক্ষা করিয়া দেখ, জল যেমন ধীরে ধীরে শুকাইয়া যাইতেছে, পাত্রের তলায় অমনট সুন্দর সুন্দর নীলবর্ণের দানা বাধিতেছে এবং দিনে দিনে দানাগুলি পুষ্ট হইতেছে। যে কোনও দ্রবণে উত্তাপ দিয়া দ্রাবকের পরিমাণ কমাইয়া দিলে উহাতে যে কঠিন পদার্থের কণাগুলি পূর্বে দ্রব অবস্থায় ছিল, তাহারা দানার আকারে পুনরায় দেখা দেয়। এই দানাগুলি জ্যামিতি-সম্মত বিশিষ্ট আকৃতি পায়, ইহাদিগকেই **ক্ষটিক (Crystal)** বলে।

উপরে দেখা গিয়াছে, দ্রবণে তাপ প্রয়োগ করিলে যে দানাগুলি বাহির হয়, তাহারা আকারে ক্ষুদ্র, কিন্তু দ্রাবক ধীরে ধীরে বাষ্পীভূত হইলে বৃহদাকারের দানা পাওয়া যায়। জলে মিছ্রিব পবিগর্ভিত দ্রবণ প্রস্তুত করিয়া উহান মধ্যে একটি ছোট মিছ্রিব দানা স্ততা দিয়া ঝুলাইয়া



৯নং চিত্র—ক্ষটিকীকরণ

বাখিলে দেখা যায় যে, জল ধীরে ধীরে উবিয়া যাইবার সঙ্গে সঙ্গে মিছ্রি দানা বাধিয়া স্ততাব পাশ্বে জমিয়া একটি বড় তাল গঠিত করে। দোকানে তোমরা যে মিছ্রিব কুঁদা দেখ, তাহা এই কাপই প্রস্তুত হয়। ৯নং চিত্র দেখ, এইরূপে স্ততায় ঝুলান একটি ফটুকিব দানা

ক্রমশঃ কেমন বড় হইতেছে। ক্ষটিক প্রস্তুত করণের এই প্রক্রিয়াকে **ক্ষটিকীকরণ (Crystallisation)** কহে।

পূর্বেই দেখিয়াছি যে, পদার্থের দ্রাব্যতা দ্রাবকের পরিমাণ ও উত্তাপের উপর নির্ভর করে। এক সেব ফুটন্ত জলে যে পরিমাণ চিনি দ্রবীভূত হয়, এক সেব

ঠাণ্ডা জলে সে পবিমাণ চিনি দ্রব হয় না। স্নাতবাং এই ফুটন্ত জল শীতল হইলেও চিনি পাত্রেব তলায় দানা বাধিয়া পড়িবে। দানাব আকৃতি স্বগঠিত ও বড় কবিত্তে হইলে, লক্ষ্য বাধিতে হইবে যেন দ্রবণ দ্রুত শীতল না হইয়া ধীরে ধীরে ঠাণ্ডা হয় ও কোনরূপ নাড়াচাড়া না পায়।

ছইটি লবণজাতীয় পদার্থ কোন তবল পদার্থে দ্রবীভূত অবস্থায় থাকিলে ফটিকীকরণ-প্রক্রিয়া দ্বারা তাহাদিগকে পৃথক করা যাইতে পারে। কিছু তুঁতে ও ফটিকিনিচূর্ণ খানিকটা উষ্ণ জলে ফেলিয়া উহাদের সংপৃক্ত মিশ্র-দ্রবণ প্রস্তুত কর। ঐ মিশ্র-দ্রবণ শীতল হইলে কিছুক্ষণ পরে দেখা যাইবে যে তুঁতেব নীল-দানা ফটিকিবিব শাদা দানা পাশাপাশি জন্মিতোছে।

দ্রবণ, পবিস্রাবণ, পাতন ও ফটিকীকরণ প্রণালীগুলি আমবা অনেক সময়ে কাজে লাগাইয়া থাকি। মনে কর কিছু চিনি ধূলাবাণি সহিত মিশিয়া গিয়াছে। ঐ চিনি অন্যবস্থায় বলিয়া না ফেলিয়া সরজেই তাহা পবিস্রাব করা যাইতে পারে। চিনি জলে দ্রব হয়, কিন্তু ধূলাবাণি তাহা হয় না। স্নাতবাং কিছু জলে ঐ অপবিস্কৃত চিনি ফেলিয়া দিয়া জল গরম কর, উষ্ণ জলে চিনি গুলিয়া গেল, এক্ষণে ঐ দ্রবণ পবিস্কৃতি কাগজের মধ্য দিয়া ছাঁকিয়া লহলে ধূলাবাণি উহান উপর পড়িয়া থাকিবে এবং নিচেব পাত্রে পবিস্কৃত চিনির ডল পাওয়া যাইবে। এই জল শীতল হইলে চিনি দানা বাধিতে থাকিবে। দানাগুলি পৃথক করিয়া লইয়া বাকী জল ফুটাইয়া জলটুকু উবিয়া যাইতে দিও, আরও চিনি পাওয়া যাইবে। লবণেব সহিত পাথরকুচা মিশ্রিত থাকিলে উহা হইতে বিশুদ্ধ লবণ এইরূপেই পৃথক করা যাইতে পারে।

সংক্ষেপ :—ছই বা ততোধিক পদার্থ একত্র হইয়া যদি স্ব স্ব গুণ বজায় রাখে তবে সকলগুলিব সমষ্টিকে মিশ্র বলে। তরল পদার্থে অল্প পদার্থ একপভাবে মিশ্রিত থাকিলে দ্রবণ কহে। মিশ্র পদার্থ হইতে উপাদান পৃথক করিবার উপায়—হাত-বাড়াই, চালুনি দিয়া ছাঁকা, চুষকেব সাহায্যে আকর্ষণ, দ্রবণ প্রস্তুত করিয়া, উষ্ণ-পাতন প্রক্রিয়া প্রভৃতি। দ্রবণ হইতে উপাদান পৃথক করিবার উপায়—আস্রাবণ, পবিস্রাবণ, পাতন, ফটিকীকরণ প্রভৃতি। যাহা তরল পদার্থে

দ্রব হয় তাহাদিগকে দ্রাব এবং তবল পদার্থকে দ্রাবক বলে। নির্দিষ্ট উত্তাপে একটি তরল পদার্থে যখন সর্বাধিক পরিমাণ একটি পদার্থ দ্রব থাকে তখন তাহাকে সংপৃক্ত দ্রবণ বলা হয়। উত্তাপ বাড়িবার সঙ্গে সঙ্গে পদার্থের দ্রাব্যতা বাড়ে এবং সংপৃক্ত হইবার জন্ত পদার্থের পরিমাণও অধিক লাগে।

প্রথম প্রশ্নমালা

১। মিশ্র ও দ্রবণ কাকে বলে? উহাদের পার্থক্য কি বুঝাইয়া দাও।

(What is meant by a mixture and a solution? Tabulate their differences)

২। মিশ্র এবং দ্রবণের উপাদানগুলি পৃথক করিবার পাঁচটি সহজ উপায় বর্ণনা কর। (Describe five simple methods of separating the ingredients from a mixture and a solution)

৩। দ্রবণ, পরিষ্কারণ, পাতন ও স্ফটিকীকরণ এই চারটি প্রক্রিয়া সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

(Describe —Solution, Filtration, Distillation and Crystallisation)

৪। নিম্নলিখিত শব্দগুলির অর্থ উদাহরণ দ্বারা বুঝাইয়া দাও:—

দ্রবণ, সংপৃক্ত দ্রবণ, দ্রাব, দ্রাবক ও স্ফটিক।

(Explain the following with example —a solution, a saturated solution, a solute, a solvent and a crystal)

৫। বালির সহিত চিনি, লবণের সহিত বালি, গুড়ির সহিত সোরা এবং বালির সহিত কপূর্ব মিশ্রণ গুলে উহাদিগকে কিক্রমে পৃথক করা যায়? (How would you separate the ingredients of the following mixtures —sand and sugar, salt and sand, nitre and chalk and sand and camphor)

৬। গন্ধকের গুঁড়া হইতে কিক্রমে গন্ধকের দানা প্রস্তুত করা যাইতে পারে?

(How crystals of sulphur may be made from dust of sulphur?)

৭। সোরা, গন্ধক ও কাঠকয়লাব গুঁড়া মিশাইয়া বাকদ প্রস্তুত হয়। বাকদ হইতে কি উপায়ে উহাদিগকে পৃথক পৃথক পাওয়া যাইতে পারে, তাহা বিশদরূপে বুঝাও।

(Gun powder is a mixture of nitre, charcoal and sulphur. How each of these can be separated?)

৮। জলে দ্রবণীয় কতকগুলি কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় পদার্থের নাম কর। স্বভাবজ জল বিশুদ্ধ

ଅବସ୍ଥାସ୍ଥ ପାଣ୍ଡାସ୍ଥ ଯାସ୍ଥ ନା କେନ ? (Name some solids, liquids and gases which are soluble in water. Why pure water does not occur in nature ?)

୧ । ଜଳେ ତୁଁତେର ଉଦ୍ଭବ କିରାପେ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରା ଯାସ୍ଥ ? ଚିନିବ ଜଳ ହିତେ ଚିନି ଏବଂ ସମୁଦ୍ରେର ଜଳ ହିତେ ଲବଣ କିରାପେ ପାଣ୍ଡାସ୍ଥ ଯାସ୍ଥ ? (How a solution of copper sulphate in water may be made ? How can we recover sugar from a sugar solution and salt from sea water ?)

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ

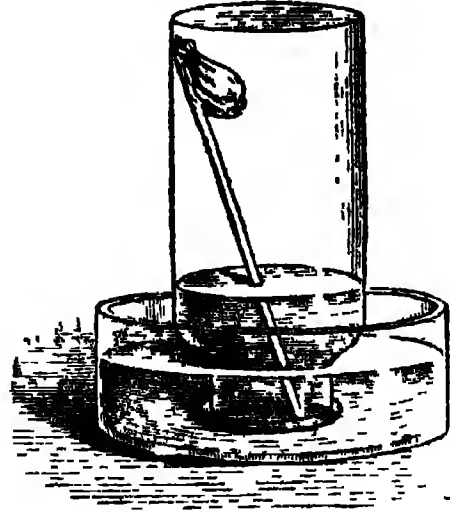
মরিচা ধরা ও দহন

লৌহ যদি বেশী দিন ধবিষা বাহিৰে পড়িয়া থাকে, তাহা হইলে সেই লৌহায় মরিচা ধবে, ইহা তোমরা জান। ছবি, কাচি, ক্ষুৰ প্রভৃতি লৌহাব জিনিষ অনেকদিন অব্যবহায় অবস্থায় পড়িয়া থাকিলে ঐগুলিতেও মরিচা ধবে। লৌহ বায়ুস্থ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া একটি নূতন পদার্থের সৃষ্টি কবে, তাহা ঐ মরিচা। কিন্তু এই মিলনের ফলে তাপ ও আলোক পাওয়া যায় না বলিয়া, আমরা মনে কবি লৌহ দাহ্য নয়। কিন্তু, মরিচা পড়াও একবকর দহন, সাধারণ দহনের সহিত ইহাব প্রভেদ এই যে, একপ দহনে একসঙ্গে তাপ ও আলোক সৃষ্ট হয় না বলিনেই চলে।

মরিচা ধবিলে লৌহের ওজন বাড়িয়া যায়। কতকটা নূতন উজ্জল লৌহাচূৰ একটি চীনা মাটির মুচিতে লইয়া ওজন কর। ইহাতে অল্প জল ছিটাইয়া দিয়া ছুই একদিন বাথিয়া দিলে দেখিবে যে লৌহাচূৰগুলি আন উজ্জল নাই, তাহাতে মরিচা ধবিয়াছে। এক্ষণে ঐ মুচিটি অল্প গরম কবিলে উহাতে যে সামান্য জল আছে, তাহা বাষ্প হইয়া উড়িয়া বাইবে। পরে ওজন কবিলে দেখা যাব যে মরিচা ধরা লৌহাচূৰের ওজন বেশী হইয়াছে।

লৌহে মরিচা পড়িবার পর উহাতে বায়ব যে একাংশ ব্যয়িত হয়, তাহা নিম্নের পৰীক্ষা হইতে বুঝিতে পারিবে। একটি ছোট কাপড়ের থলিতে কিছু নূতন উজ্জল লৌহাচূৰ ভরিয়া উহা উত্তমরূপে জলসিক্ত কর। পরে থলিটি একটি কাচদণ্ডের এক প্রান্তে বাধিয়া দণ্ডটি জলপূর্ণ কাচপাত্রেব উপর ধর এবং ১০নং চিত্রে প্রদর্শিতভাবে একটি বিন্যস্ত মুগবিশিষ্ট কাচের বোতল উহাব উপর চাপা দিয়া ছুই একদিন বাথিয়া দাও। বোতলের মধ্যের জল ও নিম্নপাত্রেব জল

প্রথমে এক সমতলেই ছিল, কিন্তু কয়েকদিন পবে দেখা গেল, বোতলের জল কিছু উপরে উঠিয়াছে। ইহাতে বুঝা যায় বোতলের মধ্যে এমন কিছু ঘটিয়াছে, যাহাব জন্য উহাব মধ্যস্থ বায়ুব কিয়দংশ ব্যয়িত হইয়াছে, যে অংশ অবশিষ্ট আছে, তাহাতে জলস্ত কাঠি নিভিয়া যায় বলিয়া উহা প্রজ্জ্বলন-পোষক নহে। এইবাব খলিটি খুলিয়া দেখ, লৌহচূর্ণগুলিতে পূর্বের ঔজ্জ্বল্য নাই এবং সেগুলিতে মরিচা ধবিয়াছে।



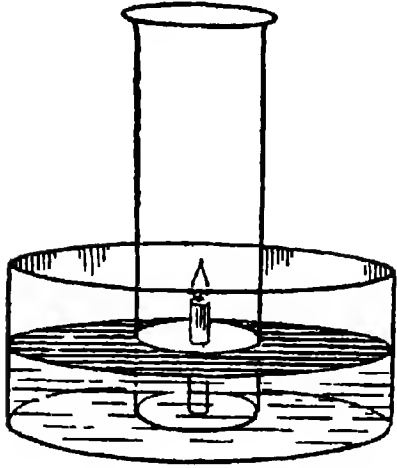
১০ নং চিত্র—মরিচা ধরা

তাহা হইলে বায়ুব অপব একটি উপাদান লৌহেব সহিত মিলিত হইয়া মরিচা উৎপন্ন কবিয়াছে। পবে জানিতে পারিবে এই উপাদান সমস্ত বায়ুব প্রায় এক পঞ্চমাংশ। বোতলেব মধ্যে জল উঠিলে দেখিবে এই জল সমস্ত ফাঁকা জায়গাব $\frac{1}{5}$ অংশ অধিকাব কবিয়া আছে। বায়ুব এই উপাদানটির নাম অক্সিজেন। তুলাদণ্ডেব সাহায্যে প্রমাণ কবিতে পাব, মরিচা ধবিবাব পব লৌহচূর্ণগুলিব ওজন বাড়িয়া গিয়াছে। ভাল ছুবি, কাঁচি প্রভৃতি লৌহনির্মিত দ্রব্যে যাহাতে মরিচা না ধবিতে পাবে, তজ্জন্য ব্যবহাবেব পব ইহাদেব গায়ে ভেসলিন (Vaseline) মাখাইয়া রাখিতে হয়। কার্বন, বায়ুব অক্সিজেন ভেসলীন ভেদ কবিয়া লৌহেব সহিত মিলিত হইতে পাবে না। লৌহেব উপর কলাই (Enamel) কবিলেও ইহাতে মরিচা ধবিতে পাবে না। এইরূপ কলাই কবা লৌহেব পাতে কেরোসিনের ক্যানিস্তাবা, বাল্‌তি, কাবোগেট্‌ টিন, চায়েব কাপ ও কেটলী প্রভৃতি প্রস্তুত হয়।

তামা, সীসা, দস্তা প্রভৃতি উন্মুক্ত বায়ুতে পড়িয়া থাকিলে উহাদেব উপরেও মরিচা পড়ে।

একটি জলস্ত মোমবাতি একটি কাচপাত্রের মধ্যে বসাইয়া মোমবাতিব

উপর একটি কাচের জার (Gas-Jar) উপুড় কবিত্বা বাথ। যাহাতে জ্বাবের ভিতর বাতাস না ঢুকিতে পাবে, তজ্জন্ত পাত্রে খানিকটা জল ঢালিয়া দাও



১১ নং চিত্র—প্রজ্বলন

এই পবীক্ষায় জ্বাবের ভিতরে বাতাসের অক্সিজেন ব্যয়িত হইলে নূতন বাতাসের অভাবে বাতি নিভিয়া যায়। এই ব্যয়িত অক্সিজেন ও মোমবাতির অংশ আপাতদৃষ্টিতে নষ্ট হইল বলিয়া মনে হইলেও, তাহা বা কোনও নূতন পদার্থের সৃষ্টি কবিল কিনা দেখা বাউক।

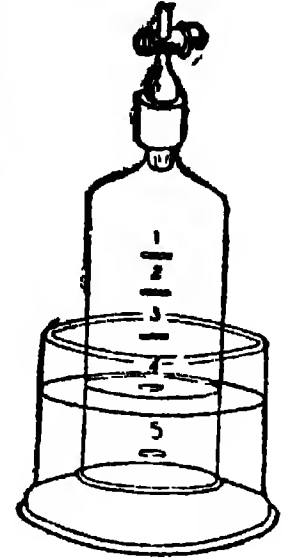
মোমবাতি নিভিয়া যাইবার পর জাবটিকে সোজা কবিত্বা ধবিত্বা উহাতে খানিকটা পরিক্ষার চুনের জল ঢালিয়া দাও এবং একটি চাকুতি দ্বারা গ্লাসের মুখ বন্ধ কবিত্বা গ্লাসটি নাড়িলে দেখিবে স্বচ্ছ, চুনের জল দুধের মত শাদা হইয়া গেল। কিন্তু একমাত্র কার্বন-ডাইঅক্সাইড গ্যাসই (Carbon-dioxide gas) চুনের জলকে এইকপ ঘোলাটে কবিত্বা দেখ। অতএব মোমবাতি পুড়িয়া কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন কবিত্বাছে। বাতির উপাদানে যে কার্বন (Carbon) ছিল তাহা বায়ুর অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়াছে।

বাতির কার্বন এইরূপে অক্সিজেনের সহিত সংযুক্ত হওয়ায় তাপ ও আলোকেব সৃষ্টি হয়। এই প্রক্রিয়াকে তোমবা দহন বা জ্বলন বলিয়া জান। এক্ষেত্রে দহন শীঘ্র হয় কিন্তু মবিচা ধবা মৃদু বা মসৃব দহন।

এতদ্বিগ্ন ম্যাগনেসিয়াম (Magnesium) নামক ধাতু কিংবা গন্ধকের যে অনুরূপ ভাবে দহন হয় তাহাও দেখ।

একটি চীনা মাটির মুচিতে ম্যাগনেসিয়াম ধাতু কিছু গুঁড়া লইয়া ঐ মুচিটি একটি জলপূর্ণ পাত্রে ভাসাইয়া দাও। এই পাত্রেব উপর একটি ছিপিবদ্ধ কাচের বেলজার (Bell jar) ঢাকা দাও। বেলজারের মুখেব ছিপি খুলিয়া দিলে দেখিবে বেলজারের ভিতরের ও বাহিরের জল এক সমতলে আছে। এইবার বেলজারের মুখ দিয়া একটি জলস্ত কাঠি প্রবেশ কবাইয়া ম্যাগনেসিয়াম ধাতুতে আগুন ধবাইয়া তাড়াতাড়ি কাঠিটি বাহির কবিয়া বেলজারের মুখ ভাল কবিয়া ছিপি অঁটিয়া দাও। দেখিবে প্রথমে ম্যাগনেসিয়াম বেশ জলিয়া উঠিবে। কিন্তু ক্রমে নিশ্চত হইয়া নিভিয়া যাইবে। এদিকে জারের ভিতরে

জলতল উঠিয়া যখন পূর্বের ফাঁকা স্থানের $\frac{1}{5}$ অংশ অধিকাব কবিবে তখন আর জল উপরে উঠিবে না। এইবার যদি জারের ভিতর একটি জলস্ত কাঠি প্রবেশ কবাও তাহা নিভিয়া যাইবে। সুতবাং প্রজ্বলনের পর বেলজারের মধ্যে যে গ্যাসীয় পদার্থ আছে তাহা প্রজ্বলন পোষক নহে। প্রমাণ দ্বারা বঝিতে পায়া যায় ইহা নাইট্রোজেন (Nitrogen)। বায়ুর অক্সিজেন অংশ প্রজ্বলন কার্যে ব্যয়িত হইয়াছে। এইবার যদি মুচিব দগ্ধ ম্যাগনেসিয়াম লইয়া সূক্ষ্ম বাসায়নিক তুলাদণ্ডের সাহায্যে ওজন কব দেখিবে ম্যাগনেসিয়ামের ওজন বৃদ্ধি পাইয়াছে। কাবণ



১২নং চিত্র

ম্যাগনেসিয়াম দহন

দহনের ফলে ইহা বায়ুর অক্সিজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়া ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড প্রস্তুত কবিয়াছে। দহনের ফলে বায়ুর অক্সিজেন অংশের সহিত অল্প পদার্থের সংযোগ হইলে যে পদার্থের ওজন বৃদ্ধি হয় তাহা সকল সময়ে প্রত্যক্ষ ভাবে লক্ষ্য করা যায় না। কাবণ তোমরা লক্ষ্য কবিয়াছ কাঠ পোড়াইলে যে কয়লা বা ছাই পড়িয়া থাকে তাহা কাঠের চেয়ে ভারী ত নগ্নই অধিকন্তু কাঠের চেয়ে অনেক হালকা। ইহার কাবণ কাঠের একটি উপাদান কার্বন (Carbon), তাহার সহিত বায়ুর অক্সিজেন সংযুক্ত হইয়া যে কার্বন-ডাইঅক্সাইড হয় তাহা

ধূমাকাবে উবিয়া যায়। বাকি যেটুকু কার্বন বায়ুর অক্সিজেনের সহিত মিলিতে পাবিল না তাহা ছাই বা কয়লাকাবে পড়িয়া থাকে।

দেশে সংক্রামক ব্যাধি আসিলে ঘরে গন্ধক জ্বালান হয়। ফলে এক প্রকার তীব্র গন্ধযুক্ত গ্যাস উৎপন্ন হয়, তাহাব নাম সালফার ডাইঅক্সাইড (Sulphur dioxide)। সালফার ডাইঅক্সাইড জীবাণু নাশক ও জলে শীঘ্র দ্রব হয়।

উপরের প্রক্রিয়াটির মত গন্ধক লইয়া পরীক্ষা করিলে একই রূপ ফল পাওয়া যায়। তবে গন্ধক পুড়িয়া যে সালফার ডাইঅক্সাইড নামক গ্যাসীয় পদার্থ উৎপন্ন হইল তাহাব জন্য জলতলের উন্নতি কিরূপ হয় বলিতে পার? সালফার ডাইঅক্সাইড জলে অত্যধিক দ্রবণীয় বলিয়া জলতলের উন্নতি পূর্ব প্রক্রিয়াব জল তলের উন্নতির মতই হইয়া থাকে।

অতএব আমবা বলিতে পারি কোন পদার্থের সহিত অক্সিজেনের বাসায়নিক সংযোগের নাম দহন বা প্রজ্বলন। দহন বা প্রজ্বলন কালে সকল ক্ষেত্রেই আলোক ও উত্তাপের উদ্ভব না হইতে পারে। যখন আলোক ও উত্তাপের উদ্ভব হয় না তখন অক্সিজেনের সংযোগ ধীরে ধীরে হয় বলিয়া সেই প্রক্রিয়াকে আমবা মৃদু দহন বলিয়া থাকি। দহনের ফলে অক্সিজেনের সংযোগ হওয়ায় পদার্থের ওজন বৃদ্ধি সকল সময়ে প্রত্যক্ষভাবে লক্ষ্য করা যায় না।

সংক্ষেপ :- মরিচা ধরা ও দহন, বলিতে গেলে একই প্রক্রিয়া। উভয় ক্ষেত্রে অক্সিজেন অন্য পদার্থের সহিত সংযুক্ত হয়। প্রথম ক্ষেত্রে আলোক ও উত্তাপের উদ্ভব বুঝিতে পারা যায় না, দ্বিতীয় ক্ষেত্রে আলোক ও উত্তাপের উদ্ভব হয়। যথেষ্ট পরিমাণ অক্সিজেন সরবরাহ করিবার উপায় না থাকিলে কোন পদার্থ প্রজ্বলিত হইতে পারে না।

দ্বিতীয় প্রশ্নমালা

১। মরিচা ধরা কাকে বলে? দহনের সহিত উহার পার্থক্য কোথায়? (What is rusting? What are the differences of burning and rusting?)

২। প্রজ্জ্বলিত বাতির উপর ঢাকা চাপা দিলে বাতির শিখার কি অবস্থা হয় বল এবং কেন হয় বল ? (What happens when the flame of a burning candle is covered with a jar ? State the reasons)

৩। লৌহে মরিচা ধরিলে কি কি পরিবর্তন লক্ষ্য করা যায় লিখ । (Write, what changes are found when a piece of iron gets rusted)

৪। দহন কাহাকে বলে উদাহরণ দ্বারা বুঝাইয়া দাও । মরিচা ধরাও এক প্রকার দহন কেন ? (Explain burning with an example Why rusting is also a kind of burning ?)

৫। মরিচা ধরার সহিত বায়ুর কি সংশ্রব আছে বিস্তৃতভাবে বল । (State in detail what connection there is between burning and air)

৬। কি ঘটে তাহার রাসায়নিক ব্যাখ্যা লিখ, যখন—(ক) একটি লৌহ খণ্ড আর্দ্র বায়ুতে রাখা হয় (খ) একটি কেরোসিন লম্ব জ্বলে । (Explain chemically what happens when —(a) a piece of iron is exposed to moist air (b) a kerosene lamp burns) [কঃ বিঃ ১৯৪১]

৭। কাঠ, কয়লা বা গন্ধক পোড়াইলে ইহাদের ওজন কমিয়া যায়, অথচ ম্যাগনেসিয়াম পোড়াইলে ইহার ওজন বাড়িয়া যায়। সবিস্তার কারণ নির্দেশ কর । (When charcoal and sulphur are burnt they lose weight, whereas magnesium gains weight when burnt Ascertain the reasons in detail)

তৃতীয় পরিচ্ছেদ

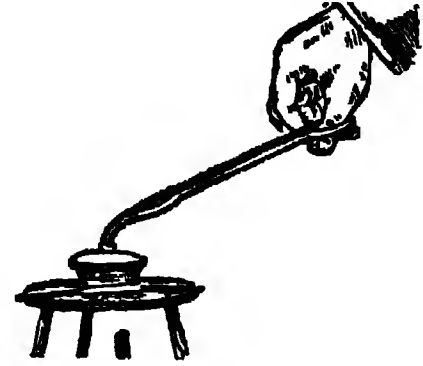
যৌগিকের বিশেষত্ব

আভ্যন্তরিক উপাদান ও তৎসমূহের বিচ্ছিন্ন প্রণালী অনুসারে পদার্থ সমূহ তিন শ্রেণীতে বিভক্ত—মূল, মিশ্র ও যৌগিক। বৈজ্ঞানিকগণ স্থির কবিয়াছেন জগতেব যাবতীয় পদার্থের মূলে মাত্র কয়েকটি মূল পদার্থ বহিয়াছে। তাহাদের মিশ্রণে বা বাসায়নিক সংযোগে জগতেব যাবতীয় পদার্থ সৃষ্ট হইয়াছে।

কোন একটি পদার্থকে ক্রমাগত ভাঙিতে ভাঙিতে এমন অবস্থায় পৌঁছান যাইতে পারে যে ইহাকে পদার্থের সমগুণ বিশিষ্ট ক্ষুদ্রতম অংশে আর কোনও প্রকারে বিভক্ত করা যাইবে না। যদি ভাঙা হয় তবে অংশগুলি আর পূর্ব পদার্থের সমগুণ বিশিষ্ট থাকিবে না। সমগুণ বিশিষ্ট এই ক্ষুদ্রতম অংশকে উক্ত পদার্থের **অণু** (Molecule) বলা হয়। অণুকে আবার যদি ভাঙা যায় তবে বিভিন্ন গুণ বিশিষ্ট ছই বা ততোধিক পদার্থ পাওয়া যাইতে পারে। যখন ইহা-দিগকেও বিভাগ করিতে করিতে এমন অবস্থায় পৌঁছান যাইবে যে, ঐ বিভক্ত অংশগুলি হইতে আর অল্প গুণ বিশিষ্ট কোন পদার্থের উদ্ভব একেবারে কল্পনাব অতীত হইয়া পড়িবে সেই অবস্থায় এক একটি ক্ষুদ্রতম অংশকে এক একটি পদার্থের **পরমাণু** (Atom) বলা হয়। এই পরমাণুর সমবায়ে এক একটি মূল পদার্থের সৃষ্টি হয়। মূল পদার্থের যে যে গুণ থাকে তাহাব পরমাণুবও ঠিক সেই সেই গুণ থাকে। আজ পর্যন্ত সমগ্র পৃথিবীতে বস্তুগুলি মূল পদার্থ আবিষ্কৃত হইয়াছে তাহাদের সংখ্যা একশতের অধিক নহে। এই প্রায় একশত মূল পদার্থের মিশ্রণে বা সংযোগে জগতে কোটি কোটি পদার্থ সৃষ্ট হইয়াছে।

মিশ্র পদার্থের কথা পূর্বে বলা হইয়াছে। যৌগিক পদার্থের কথা এখানে বলিতেছি।

একটি ঢাকনিওয়ালা চীনা মাটির পবিষ্কাব মুচি একটি স্থল বাসায়নিক তুলাদেণ্ডে ওজন কৰা হইল। পৰে ইহাতে একখণ্ড পবিষ্কাব ম্যাগনেসিয়াম তাব লইয়া পুনৰায় ওজন কৰা হইল। এই দুইটি ওজনেৰ বিয়োগফল ম্যাগনেসিয়াম তাবেব ওজন। এইবাব ঐ মুচিটিকে স্পিৰিট্ লাম্ফেৰ শিখায় উত্তপ্ত কৰ। উত্তপ্ত কৰিবাব সময় মাঝে মাঝে যাহাতে মুচিৰ ভিতৰ বায়ু প্ৰবেশ কৰিতে পাবে সেজন্ত একটু ঢাকনি খুলিয়া দিতে হইবে অথচ সাবধান হইতে হইবে যেন এই সময়ে মুচিৰ ভিতৰ হইতে



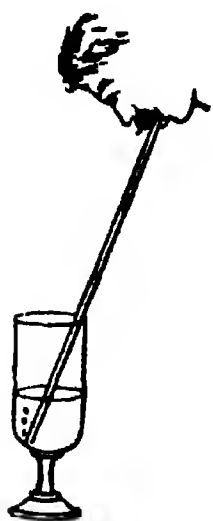
১৩নং চিত্ৰ—ম্যাগনেসিয়াম দহন

শাদা ধোঁয়াৰ জ্বাষ পদাৰ্থ বহিৰ্গত হইয়া না যায়। দেখিতে দেখিতে ম্যাগনেসিয়ামেৰ তাৰাটি ছাই হইয়া যাইবে। তখন ইহাকে সাবধানে ঠাণ্ডা কৰিয়া (যেন ইহাতে জলীয় বাষ্প না থাকে) ওজন কৰিতে হইবে। আৰাব উত্তপ্ত কৰিয়া পূৰ্বোক্ত উপায়ে শীতল কৰিয়া ওজন কৰিতে হইবে। এইকপ কয়েকবাব কৰিবাব পৰ যখন দেখা যাইবে এই ওজন কম বেশী হইতেছে না, ঠিক আছে, তখন আব উত্তপ্ত কৰিতে হইবে না। তখন দেখা যাইবে পূৰ্বে ম্যাগনেসিয়াম তাবেব যে ওজন ছিল, ছাই হইয়া তাহা বাডিষা গিয়াছে। ইহাব কাৰণ বায়ুতে অক্সিজেন নামক একপ্ৰকাৰ গ্যাসীয় পদাৰ্থেৰ কিয়দংশ উত্তাপেৰ সাহায্যে ম্যাগনেসিয়ামেৰ সহিত মিশিয়া গিয়াছে, কলে উহাব ওজন বাডিষা গিয়াছে।

এক্ষেত্ৰে কিন্তু বায়ুৰ অক্সিজেনেৰ সহিত যে ম্যাগনেসিয়ামেৰ সংযোগ হইয়াছে তাহা ঠিক জলেৰ সহিত চিনি বা মিছবিৰ মিশ্ৰণেৰ মত নহ, কিংবা বালিৰ সহিত চিনি অথবা গন্ধকেৰ সহিত লোহাচুৰেৰ মিশ্ৰণেৰ মত নহ। এখানে অক্সিজেন ম্যাগনেসিয়ামেৰ সহিত মিশিয়াছে বটে কিন্তু ঐ মিশ্ৰণেৰ ফলে যে পদাৰ্থেৰ উদ্ভব হইয়াছে তাহাতে ম্যাগনেসিয়াম বা অক্সিজেন কাহাবও গুণ বৰ্তমান নাই—একটি সম্পূৰ্ণ নূতন পদাৰ্থ হইয়াছে। ইহাব গুণ, ইহাব

উপাদান দুইটির গুণ হইতে সম্পূর্ণ ভিন্ন। এখানে একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ উপাদানের সহিত কেবল মাত্র আর একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ পদার্থের সংযোগ ঘটিয়াছে। অধিক পরিমাণ অক্সিজেন উহাতে সংযুক্ত করিতে পাবা যাইবে না অথবা যে পরিমাণ অক্সিজেন ব্যয়িত হইয়াছে সেই পরিমাণ অক্সিজেনের সহিত যদি অধিক পরিমাণ ম্যাগনেসিয়াম যোগ করা হয় তবে ম্যাগনেসিয়ামের কয়দংশ পড়িয়া থাকিবে, তাহার পরিবর্তন হইবে না। এরূপ নির্দিষ্ট পরিমাণ পদার্থের সহিত নির্দিষ্ট পরিমাণ অপব পদার্থের সংযোগে যখন সম্পূর্ণ ভিন্ন পদার্থের সৃষ্টি হয় তখন সমস্ত প্রক্রিয়াটিকে **রাসায়নিক সংযোগ (Chemical Combination)** বলা হয়। যখন যৌগিক পদার্থ হইতে রাসায়নিক ক্রিয়াব ফলে কোন পদার্থ নির্গত হইয়া যায় তখন প্রক্রিয়াটিকে **রাসায়নিক বিয়োগ (Chemical dissociation)** বলা যাইতে পারে। বস্তুত রাসায়নিক সংযোগ বা বিয়োগ উভয়েই রাসায়নিক ক্রিয়া (Chemical action)।

একটি কাচের পাত্রে খানিকটা পবিকার চুনের জল লইয়া একটি কাচ নল দিয়া উহার ভিতর নিঃশ্বাস ত্যাগ করিলে (১৪নং চিত্র) দেখা যায়



১৪নং চিত্র—চুনের জলে নিঃশ্বাস ত্যাগ

চুনের জল ঘোলাটে হইয়া গিয়াছে। কার্বন-ডাইঅক্সাইডেই চুনের জল এরূপ ঘোলাটে হয়। আমাদের নিঃশ্বাস-বায়ব সহিত কার্বন-ডাইঅক্সাইড থাকে। চুনের জলের সহিত এই কার্বন-ডাইঅক্সাইডের রাসায়নিক সংযোগ হওয়ায় যে শাদা শাদা পদার্থ উৎপন্ন হইয়াছে তাহা চা-খড়ি। চা-খড়ির গুণ, কার্বন-ডাইঅক্সাইড বা চুনের জলের গুণের সহিত সমান নয়। রাসায়নিক সংযোগে যে পদার্থের উদ্ভব হয় তাহাকে **যৌগিক (Compound)** বলে। যৌগিক পদার্থের গুণ

ইহার উপাদান গুলির গুণ হইতে সম্পূর্ণ ভিন্ন একথা পূর্বে বলা হইয়াছে। এখন যদি ক্রমাগত ঐ চুনের জলে নিঃশ্বাস ত্যাগ করা হয় তবে দেখা যাইবে ক্রমে চুনের জল অধিকতর ঘোলাটে

হইয়া আসিতেছে। কিন্তু এমন এক সময় আসিবে যখন চুনের জল আব ঘোলাটে হইবে না, নিঃশ্বাস-বায়ু নির্গত হইয়া পাত্রের মধ্য দিয়া উড়িয়া যাইবে। তখন বুঝিতে হইবে সমস্ত চুনের জলটিতে যত পরিমাণ কার্বন-ডাইঅক্সাইড দিলে ইহা হইতে সর্বাধিক পরিমাণ চা-থডি প্রস্তুত হইতে পাবে তাহা দেওয়া হইয়াছে এবং এই পরিমাণ নির্দিষ্ট থাকায় অধিক কার্বন-ডাইঅক্সাইড ইহাতে প্রয়োগ করিলেও কোন কাজে আসে না। তাই তাহা বা যেমন আমাদের নিঃশ্বাস হইতে নির্গত হয় তেমনই পাত্র হইতে বহির্গত হইয়া যায়।

এই সঙ্গে পূর্বে বর্ণিত মোমবাতি জ্বলনের কথা লইয়া তিনটি পরীক্ষার আমবা এইরূপ তুলনা করিতে পারি—

প্রথম—ম্যাগনেসিয়াম একটি মূল পদার্থ ও ধাতু, ইহাব সহিত অল্প কোন প্রকার পদার্থ কোন প্রকারে সংযুক্ত ছিল না। অক্সিজেনও তদ্রূপ একটি মূল গ্যাসীয় পদার্থ। উত্তাপ সাহায্যে এই দুইটি মূল পদার্থের বাসায়নিক সংযোগে একটি সম্পূর্ণ নূতন পদার্থের সৃষ্টি হইয়াছে, যাহাব প্রকৃতি ও গুণাবলী ইহাব উপাদানগুলি হইতে সম্পূর্ণ ভিন্ন। যখন ইহাদেব একরূপ বাসায়নিক সংযোগ ঘটে তখন প্রত্যেক উপাদানটির পরিমাণ নির্দিষ্ট থাকে।

দ্বিতীয়—চুনের জল নিজেই ক্যালসিয়াম নামক একটি মূল ধাতু ও হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন নামক দুইটি মূল গ্যাসীয় পদার্থের সংযোগে প্রস্তুত একটি যৌগিক। তেমনই আমাদের নিঃশ্বাসে যে কার্বন-ডাইঅক্সাইড নির্গত হয় তাহা কার্বন নামক একটি কঠিন মূল পদার্থ ও অক্সিজেন ঘটিত একটি যৌগিক। এই দুইটি যৌগিক সংযোগে আবাব একটি নূতন যৌগিক সৃষ্টি করিয়াছে, যাহাব প্রকৃতি উপাদানগুলির প্রকৃতি হইতে সম্পূর্ণ ভিন্ন।

তৃতীয়—মোমবাতি কার্বন ঘটিত একটি যৌগিক পদার্থ—পুডিয়া বায়ুব অক্সিজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়া কার্বন-ডাইঅক্সাইড নামক যৌগিক পদার্থ

সৃষ্টি কবিরাছিল। সেই যৌগিক চুনের জলের সহিত সংযুক্ত হইয়া আব একটি নূতন যৌগিকের সৃষ্টি করিল।

তাহা হইলে এক্ষণে আমবা বলিতে পাৰি বাসায়নিক সংযোগে—

(১) দুই বা ততোধিক মূল পদার্থ, এক বা একাধিক মূল পদার্থ এবং এক বা একাধিক যৌগিক, অথবা কেবলমাত্র এক বা একাধিক যৌগিক একত্রে সংযুক্ত হইয়া এক বা একাধিক নূতন পদার্থের সৃষ্টি কবে। তাহাদের গুণ সম্পূর্ণকপ ভিন্ন।

(২) যৌগিকের উপাদানগুলির পরিমাণের অনুপাত নির্দিষ্ট থাকে।

(৩) উপাদানগুলি পরিবর্তিত হইয়া যে নূতন পদার্থের সৃষ্টি কবে তাহাদের গুণ সম্পূর্ণ ভিন্ন হইয়া যায়।

(৪) যৌগিকের উপাদান সহজে পৃথক করা যায় না।

(৫) তাপের অল্পতা কিংবা আধিক্য ঘটে।

পূর্বোক্ত পরীক্ষা কয়টিতে তাপের অল্পতা কিংবা আধিক্য কি ঘটয়াছে তাহা বিশেষভাবে বুঝিতে না পারিলেও বিশেষ পরীক্ষা দ্বারা জানা যায় এই প্রক্রিয়াগুলিতে তাপের তাবতম্য ঘটে।

তাহা হইলে নিম্নলিখিত লক্ষণ গুলি দিয়া আমবা মিশ্র এবং যৌগিক পদার্থের পার্থক্য স্থির করিতে পারি :—

মিশ্র

যৌগিক

- | | |
|---|---|
| ১। উপাদানগুলির গুণের কোন বৈলক্ষণ্য দেখা যায় না। | ১। উপাদানগুলির গুণ একটিও বর্তমান থাকে না। |
| ২। উপাদানগুলি সহজেই পৃথক করা যায়। | ২। উপাদানগুলি সহজে পৃথক করা যায় না। |
| ৩। মিশ্রণকালে তাপের হ্রাসবৃদ্ধি হয় না। | ৩। সংযোগকালে হয় তাপ টানিয়া লয়, না হয় তাপ ছাড়িয়া দেয়। |
| ৪। উপাদানগুলির পরিমাণের কোন নির্দিষ্ট অনুপাত নাই। | ৪। উপাদানগুলির গুণের অনুপাত নির্দিষ্ট থাকে। |

দুই বা ততোধিক পদার্থের যেমন রাসায়নিক সংযোগ হইতে পারে এবং ফলে ভিন্ন প্রকৃতির পদার্থ সৃষ্ট হইতে পারে তেমনই একটি যৌগিকের রাসায়নিক বিয়োগ ঘটিতে পারে এবং ফলে একাধিক ভিন্ন প্রকৃতির পদার্থ পাওয়া যাইতে পারে। জল একটি যৌগিক—রাসায়নিক বিয়োগ ঘটিলে জল হইতে অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন নামক দুইটি মূল পদার্থ পাওয়া যায়, চা-খড়ি হইতে ক্যালসিয়াম নামক মূল পদার্থ ও কার্বনডাইঅক্সাইড নামক যৌগিক পাওয়া যায়।

সংক্ষেপ :- মূল পদার্থকে ভাঙ্গিয়া পৰমাণু পর্যন্ত ছোট করিলে ইহা হইতে বিভিন্ন পদার্থ পাওয়া যাইবে না। নির্দিষ্ট পরিমাণ পদার্থের সহিত নির্দিষ্ট পরিমাণ অপব পদার্থের সংযোগে যখন সম্পূর্ণ ভিন্ন পদার্থের সৃষ্টি হয় তখন সমস্ত প্রক্রিয়াকে রাসায়নিক সংযোগ বলে। তেমনই রাসায়নিক বিয়োগ হইতে পারে। রাসায়নিক যোগ বা বিয়োগ উভয়ই রাসায়নিক ক্রিয়া। রাসায়নিক ক্রিয়া দ্বারা যৌগিক উৎপন্ন হইতে পারে বা ভাঙ্গিয়া দুই বা ততোধিক মূল বা যৌগিক অথবা মূল ও যৌগিক উভয় পদার্থই সৃষ্ট হইতে পারে। রাসায়নিক ক্রিয়ায় উত্তাপ উদ্ভূত হইতে পারে অথবা উত্তাপ টানিয়া লইতে পারে। যৌগিকের উপাদানগুলির গুণ বর্তমান থাকে না এবং তাহাদিগকে সহজে পৃথক করা যায় না। উপাদানগুলির ওজনের অনুপাত নির্দিষ্ট থাকে।

তৃতীয় প্রশ্নমালা

১। অণু, পরমাণু ও মূল পদার্থ কাকে বলে। (Define —a molecule, an atom and an element)

২। নিম্নলিখিত ব্যাপারগুলিতে কি ফল পাওয়া যায় তুলনা করিয়া বিস্তৃতভাবে বল :-

মাগনেসিয়াম তার একটি মুচিতে রাখিয়া পোড়ান হইল, পরিকার চূনের জলে নিঃশ্বাস ত্যাগ করা হইল। (State by comparison what happens in the following cases —a piece of magnesium wire is burnt in a crucible, the product of exhalation is led into clear lime water) [কঃ বিঃ ১৯৪০]

৩। রাসায়নিক সংযোগ কাকে বলে উদাহরণ দ্বারা বুঝাইয়া দাও। রাসায়নিক সংযোগকালে কি কি ব্যাপার ঘটে বিশেষভাবে বুঝাইয়া বল। (Explain with an example, chemical synthesis What happens when chemical synthesis takes place)

৪। রাসায়নিক সংযোগের ফলে উৎপন্ন যৌগিক ও মিশ্রে কি কি প্রভেদ লক্ষ্য করা যায় লিখ। (Write what are the differences found in a mixture and a chemical compound)

৫। চুনে জল ঢালিয়া দেওয়া হইল। কি দেখিবে? ফল স্বরূপ কি পাওয়া যায় এবং তাহা কি পদার্থ—মিশ্র না যৌগিক? Water is poured into quick lime. What will you see? What will be the resultant product and what are they—mixture or compound?)

চতুৰ্থ পৰিচ্ছেদ

বায়ুৰ উপাদান

পূৰ্বে তোমবা দেখিযাছ বায়ুৰ এক অংশ দ্ৰব্যাদিৰ প্ৰজ্বলনকাৰ্যে সহায়তা কৰে, ইহা না থাকিলে প্ৰজ্বলন ক্ৰিয়া চলিতে পাবে না। চিত্ৰে দেখিযাছ, জ্বলন্ত মোমবাতিৰ উপৰ একটা কাচেৰ জাব উপুড কৰিযা দিলে তন্মধ্যস্থ বায়ুৰ এই অংশটুকু ব্যয়িত হইবাব পৰ বাতিৰ শিখা নিভিযা যায়। বায়ুৰ এই প্ৰজ্বলন-পোষক অংশটিকে অক্সিজেন (Oxygen) বলে তাহাও তোমাদিগকে বলা হইযাছে।

বায়ুতে অক্সিজেন ব্যতীত অন্ত পদাৰ্থ আৰু কি আছে দেখা যাউক। মৰিচাধবা প্ৰসঙ্গে ১০ নং চিত্ৰে যে বিবৰণ দেওযা হইযাছে তাহাতে দেখিযাছ যে, লৌহচূৰ্ণে মৰিচাধবা কাৰ্যে বোতলমধ্যস্থ বায়ুৰ অক্সিজেন অংশটুকু ব্যয়িত হয় বলিয়া বোতলেৰ ভিতৰেৰ জল পাত্ৰেৰ জলতল অপেক্ষা উচ্চে উঠিয়া যায়। মূপিলে দেখিতে পাইবে যে, বোতলেৰ যতখানি স্থান বায়ু পূৰ্বে অধিকাৰ কৰিযাছিল তাহাব $\frac{1}{2}$ অংশ এক্ষণে জলপূৰ্ণ হইযাছে, অতএব বায়ুৰ $\frac{1}{2}$ অংশই অক্সিজেন। অবশিষ্ট $\frac{1}{2}$ অংশ সাধাৰণ বায়ু নহয়। বোতলেৰ মুখ একটা কাচেৰ চাকুতি দ্বাৰা বন্ধ কৰিযা বোতলটি সোজা কৰিযা ৰাখ। উহাব ভিতৰ একটা জ্বলন্ত দেশালাই কাঠি ফেলিলে উহা তৎক্ষণাত নিভিযা যাইবে, অতএব ইহা অক্সিজেনেৰ মত প্ৰজ্বলন-পোষক নহে। আৰাব ইহাব ভিতৰ চুনেৰ জল ফেলিয়া নাডিলেও চুনেৰ জল ঘোলাটে হয় না, অতএব ইহা কাৰ্বন-ডাইঅক্সাইড নহে। বায়ুৰ এই অংশেৰ নাম নাইট্ৰোজেন (Nitrogen)।

মৰিচা ধবাব পৰীক্ষা কৰিতে কিছু বেগী সময় লাগে, কিন্তু ফস্ফৰাস (Phosphorus) নামক একটা সহজ-দাহ পদাৰ্থ লইয়া অতি সহজেই এই পৰীক্ষা কৰা যাইতে পাবে। একটা বড পাত্ৰে জল লইয়া তাহাতে একটা ছোট মুচি

ভাসাইয়া দাও। ঐ মুচিব মধ্যে ক্ষুদ্র এক টুকরা ফস্ফবাস্ দিয়া একটি গবম্ দণ্ড উহাতে ঠেকাইলে ফস্ফবাস্ জলিয়া উঠিবে। সঙ্গে সঙ্গে একটি কাচের জাব উপুড় কবিয়া ঐ জলন্ত ফস্ফবাসের উপর ঢাকা দাও। জাবটি জলন্ত ফস্ফবাসের উপর ঢাকা দিবামাত্রই শাদা ধূমে পূর্ণ হইয়া যাইবে এবং জলিয়া শেষ হইবার পূর্বেই ফস্ফবাস্ টুকরা নিভিয়া যাইবে। কিছুক্ষণ অপেক্ষা কবিলে দেখা যাইবে, এই ধোঁয়া দূবীভূত হওয়ায় পাত্রটি পূর্বেব মত পবিস্কাব হইয়াছে। প্রথমে জাবের মধ্যে ও বাহিবে জল এক সমতলেই ছিল, কিন্তু এখন জাবের মধ্যে জল উঠিয়া গিয়াছে দেখিবে। মাপিয়া দেখিলে পূর্ব পবীক্ষাব মতই দেখা যায়, পাত্রের যে অংশ পূর্বে সাধাবণ বায়ুর দ্বারা পূর্ণ ছিল, তাহাব $\frac{1}{2}$ অংশ জলের দ্বারা পূর্ণ হইয়াছে। ফস্ফবাস্ জলিয়া বায়ুমধ্যস্থ অক্সিজেনের সহিত মিশিয়া শাদা ধূম উৎপন্ন কবিয়াছিল। সেই ধূম জলে দ্রবীভূত হওয়ায় জাবের ভিতরে ও বাহিবে চাপের পার্থক্য হেতু পাত্রের জল জাবে উঠিয়া গিয়াছে।

একটি বাটিতে কিছু পবিস্কৃত চুনের জল যদি বাতাসে ছুই একদিন বাখিয়া দেওয়া হয়, তবে উহাব উপর ছধের সবেব মত একটি পদার্থ ভাসিয়া থাকিতে দেখা যায়। উহাও কার্বন-ডাইঅক্সাইড ঘটিত যৌগিক পদার্থ। তাহা হইলে বুঝা যায় যে, বাতাসে কার্বন-ডাইঅক্সাইড আছে।

একটি গ্লাসের বাহিবেব দিক ভাল কবিয়া মুছিয়া গ্লাসের মধ্যে ববফ জল বাখিয়া দিলে দেখিবে, গ্লাসের বাহিবেব গায়ে বিন্দু বিন্দু জল জমিয়া যায়। গ্লাসের পার্শ্বে বাহিবেব বায়ুতে যে জলীয় বাষ্প আছে, সেই বাষ্প শীতল গ্লাসের সংস্পর্শে জমিয়া এই জল হইয়াছে। এই পবীক্ষায় বুঝা যায় যে, বায়ুতে জলীয় বাষ্পও আছে।

তাহা হইলে তোমবা দেখিলে যে, মোটামুটি বায়ুব $\frac{1}{2}$ অংশ অক্সিজেন ও $\frac{1}{2}$ অংশ নাইট্রোজেন। অক্সিজেন অংশ দহন কার্যে বা মবিচাধবা কার্যে অগ্নি পদার্থের সহিত মিশিয়া যায়। ইহা না থাকিলে আলো জলিত না, কাঠ পুড়িত না। নাইট্রোজেন এরূপ কার্যকবী নয়, ইহা প্রজলন-পোষকও নয়। অক্সিজেন ও

নাইট্রোজেন ভিন্ন বায়ুতে অল্প মাত্রায় জলীয় বাষ্প, ধূলিকণা ও কার্বন-ডাইঅক্সাইড বিদ্যমান আছে ; কিন্তু তাহাদের পরিমাণ স্থির থাকে না, কমে বাড়ে । এতদ্ভিন্ন আবও কয়েকটি পদার্থ বায়ুতে মিশ্রিত আছে, তাহাদের পরিমাণ নিতান্তই অল্প । বায়ুর উপাদানগুলির আনুপাতিক পরিমাণের তালিকা নিচে দেওয়া হইল ।

নাইট্রোজেন—শতকরা ৭৭.১৬ ভাগ

অক্সিজেন— „ ২০.৬০ „

জলীয় বাষ্প— „ ১.৪০ „

কার্বন-ডাইঅক্সাইড— ০.৪ „

অগ্ন্যবাসী বাষ্প— „ ০.৮০ „

চতুর্থ প্রশ্নমালা

১। বায়ুর প্রধান উপাদান দুইটির নাম কব, তাহাদের আনুপাতিক পরিমাণ কত ? যে পরীক্ষা দ্বারা এই আনুপাতিক পরিমাণ প্রমাণ করিতে পার তাহা লিপ। (Name two principal constituents of air, give the percentage of the quantities. State the experiment by which this percentage can be ascertained.)

২। বায়ুর উপাদান কয়টির আনুপাতিক পরিমাণের একটি তালিকা দাও। (Give the table of percentage of the constituents of air.)

— — — — —

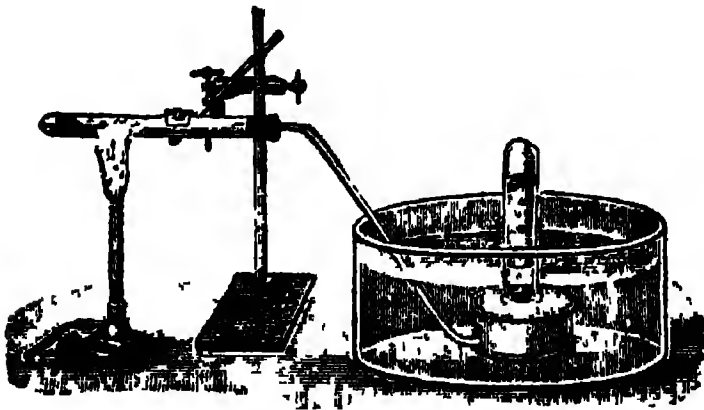
পঞ্চম পরিচ্ছেদ

অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, কার্বনডাইঅক্সাইড ও হাইড্রোজেন

বায়ুমণ্ডলে অক্সিজেন যথেষ্ট পরিমাণে পাওয়া যায়। সমগ্র বায়ু মণ্ডলেব প্রায় এক পঞ্চমাংশ অক্সিজেন তাহাও তোমরা দেখিয়াছ। জলের ওজনেব নয় ভাগেব আট ভাগ অক্সিজেন। পৃথিবীমণ্ডলেব (Earth's crust) প্রায় শতকরা ৪৮ ভাগ অক্সিজেন। এতদ্ভিন্ন নানা পদার্থেব সহিত মিশ্রিত বা সংযুক্ত হইয়া অক্সিজেন প্রকৃতিব ভাণ্ডারে প্রচুর পরিমাণে বর্তমান আছে। কাজেই ঐ সকল পদার্থ হইতে অত্র উপাদান গুলি সবাইয়া লইলে অক্সিজেন পৃথক করিতে পারা যায়।

বসায়নাগাবে যত প্রকার উপায়ে অক্সিজেন প্রস্তুত করা হয় তন্মধ্যে নিম্ন-লিখিত উপায়টি অতিশয় সাধাবণ অথচ সহজ।

পরীক্ষা—ওজন করিয়া চাবিভাগ পটাশিয়াম ক্লোরেট (Potassium chlorate) এবং এক ভাগ ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড (Manganese dioxide)



১৫নং চিত্র—অক্সিজেন প্রস্তুতকরণ

একত্র মিশ্রিত করিয়া
একটি ছয় ইঞ্চি লম্বা
পরীক্ষা নলের প্রায় দুই
ইঞ্চি পূর্ণ কর। একটি
বাকান সব কাচনল
ছিপিব মধ্যে প্রবেশ
করাইয়া ছিপি সমেত ঐ
পরীক্ষানলের মুখে আঁটিয়া

দাও। ছিপিটি পরীক্ষানলের মুখে এমন ভাবে আঁটিতে হইবে যেন কোনরূপে

পৰীক্ষানলেন মध्ये কোন ग्यासीय पदार्थ यातायात करिते ना पावे । এইरूप अवस्थाय पबरीक्षानलटके एकटि क्ल्याम्प (Clamp) आटकाईया एकटि थुंति (Stand) लागाईया राख येन ईहाव मुख तलाव दिक हईते अल्ल निचे থাকे । एकटि एनामेलेव गामला किंवा चीना माटिब गामला जले प्राय भर्ति करिया ताहाव भितरे एकटि बि-हाइव् सेलफ (Bee-hive shelf) बाख । এই सेलफेव गतेव मव्या दिया पबरीक्षानलेर सहित संयुक्त बक्र काचनलटि एमन भावे प्रवेश कवाईया दाओ येन ईहाव मुगटि उपर दिके থাকे । এই अवस्थाय एकटि जलपूर्ण ग्यास-जाव (Gas-jar) उपुड करिया बाख । এইबाव स्पिबिट लम्फ दिया पबरीक्षा नलटके उक्ताप दाओ । किछुक्षण पवे जावेव भितरे हईते जल बाहिरे हईया आसितेछे बलिषा मने हईवे । यখন समस्त जावटि এইरूपे थालि हईया गेल बलिषा मने हईवे सेई समय एकटि बाचेव प्लेट मुगे टाका दिया जलेव भितरे हईते जावटि बाहिरे करिया मुख उपरदिके करिया बाधिषा दाओ । এইरूप पाच सातटि जाव भर्ति करिया लओ । प्रमाण करिया देखान याईवे जाव गुलि थालि नह ईहादेन भितरे अक্সिजेन ग्यास आछे ।

एकटि जावेव मख थुलिषा शुंक्रिया देख ईहाव गन्न नाई । देखियाई बुझित पावा याय ईहाव वर्णओ नाई । एकटि जलस्त काठि आव एकटि जावेव भितरे प्रवेश कवाईया दिले देखा याईवे जलस्त काठि अधिक उज्जल हईया जलितेछे , अथच भितरेव पदार्थटि जलितेछे ना । ईहाते बुझा याय अक্সिजेन निजे जले ना बाटे किन्तु ईहा प्रजलन पोषक ।

अक্সिजेन वायु अपेक्षा भावी बलिषा ईहाके एकटि जाव हईते अपर जावे जलेव मत्र टागिते पावा याय । एकटि शृङ्ख जाव लईया ताहाते एकटि अक্সिजेन पूर्ण जाव उपुड करिया धव । पवे प्रथम जावटिते जलस्त काठि धव । देगिबे काठि उज्जलभावे जलितेछे । अथच ये जावटि उपुड कवा हईयाछिल ताहाव भितरे काठि धविले विशेष परिवर्तन लक्ष्य कवा याईवे ना ।

अक্সिजेन जले द्रवीभूत हय ना बलिलेई चले । ताहा ना हईले ईहाके

জলেব মধ্য দিয়া সংগ্রহ করা ছক্কা হইত। কেবলমাত্র অক্সিজেন গ্যাসে জীবগণ বাঁচিয়া থাকিতে পারে। ইহা এত অধিক ক্রিয়াশীল যে দুই একটি ছাড়া প্রায় সকল প্রকার মূল পদার্থের সহিত যুক্ত হইয়া ইহা নানা প্রকার যৌগিক সৃষ্টি করে। অক্সিজেন ঘটিত মূল পদার্থের যৌগিক সমূহ অক্সাইড (Oxides) নামে খ্যাত।

মনগোন্সুখ বোগীদিগকে কিছুক্ষণ বাচাইয়া রাখিবাব জন্য অক্সিজেন প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। ধাতু গলাইবাব জন্য হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন গ্যাসের সংযোগে এক প্রকার শিখা প্রস্তুত করিবাব জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়। অধুনা তড়িৎ শক্তি সাহায্যে ধাতব দ্রব্য গলান হয়।

নাইট্রোজেন

পূর্বে জানিয়াছি বায়ুমণ্ডলের শতকরা ৭৭.১৬ ভাগ নাইট্রোজেন (Nitrogen)। নোন প্রকারে বায়ুর অন্য উপাদানগুলিকে সরাইয়া লইতে পারিলে নাইট্রোজেন পড়িয়া থাকিবে। বাতি জ্বালাইয়া, ম্যাগনেসিয়াম, ফস্ফরাস, গন্ধক প্রভৃতি পুড়াইয়া বিক্রেপ অক্সিজেন সরাইয়া লইতে পারা যায় তাহা পূর্ববর্তী কয়েকটি পরীক্ষা হইতে জানিয়াছি। এইরূপে পবিত্র্যুক্ত নাইট্রোজেনে জলীয় বাষ্প থাকিতে পারে। কাজেই এইরূপ নাইট্রোজেন যদি নিজলা সালফিউরিক অ্যাসিডের (Sulphuric acid) মধ্য দিয়া লইয়া যাওয়া হয় তবে ইহাৰ জলীয় বাষ্পকে সালফিউরিক অ্যাসিড শোষণ করিয়া লইতে পারে। ক্রমে অন্যান্য পদার্থগুলিকেও পৃথক করিতে হয়।

বসায়নাগারে অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইট্ (Ammonium nitrite) নামক পদার্থকে গরম করিলে যে গ্যাসীয় পদার্থ উঠা হইতে গ্যাসরূপে নির্গত হইয়া যায় তাহাই নাইট্রোজেন। অক্সিজেন প্রস্তুত করিতে যে সকল যন্ত্রের ব্যবস্থা করা হইয়াছিল ইহাতেও তাহাই করিলে চলিবে। পরীক্ষানলে পটাশিয়াম ক্রোমেট এবং ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইডের মিশ্রণ না লইয়া অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইট্ লইতে হয়।

নাইট্রোজেন বর্ণহীন, গন্ধহীন, স্বাদহীন, স্বচ্ছ, গ্যাসীয় পদার্থ। ইহা নিজেও জলে না বিংবা প্রজ্বলন পোষকও নহে। ইহাব ভিতর কোন প্রাণী বাগিলে দমবন্ধ হইয়া শীঘ্রই মরিয়া যায়। ইহা অত্যন্ত নিষ্ক্রিয় পদার্থ সহজে কাহাবও সহিত যুক্ত হয় না। ইহা জলে সামান্য পরিমাণে দ্রব হয়।

সাধারণ অবস্থায় মানুষ কেবলমাত্র অক্সিজেন গ্রহণ করিলে সুস্থ থাকিতে পারে না। নাইট্রোজেন ইহাব সহিত মিশ্রিত থাকায় আমাদের নিঃশ্বাস প্রশ্বাসেব সুবিধা হয়।

কার্বনডাই অক্সাইড

বায়ুর সহিত অল্প পরিমাণে কার্বনডাই অক্সাইড পাওয়া যায়। সমগ্র বায়ু মণ্ডলেব শতকরা ০.০৪ ভাগ কার্বনডাই অক্সাইড। জীবগণেব শ্বাস ত্যাগ কালে এই গ্যাস নির্গত হয়। কাঠ, কয়লা, চুন প্রস্তুত করিবাব সময় বুটিং, মাবেল পাথর অথবা চা খড়ি পোড়াইলেও এই গ্যাস পাওয়া যায়। বায়ুতে কার্বন ডাইঅক্সাইডেব অস্তিত্ব কিকপে প্রমাণ করিতে পারা যায় তাহা বায়ুর উপাদান কালে জানিয়াছ।

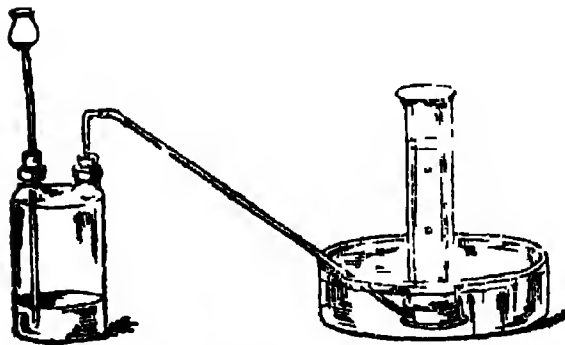
পরীক্ষাণেব চা খড়ি বা মাবেল পাথরেব উপর হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (Hydrochloric acid) ঢালিয়া এই গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। একটি চেপ্টা তলা বিশিষ্ট কাচ কুপীতে (Flask) কিছু চা-খড়ি বা মাবেল পাথরেব খণ্ড লইয়া কাচ কুপীৰ মুখটি ছিপি দ্বারা বন্ধ কর। এই ছিপির মধ্য দিয়া একটি দীর্ঘনাল ফানেল (Thistle funnel) ও একটি বাকান সব কাচনল প্রবেশ করাইতে হইবে। ফানেলেব ডাঁটিটি যেন চা-খড়ি বা মাবেলেব উপর আসিয়া ঠেকে। কিন্তু কাচনলটি যেন মাত্র ছিপির নিচেই শেষ হয়। এই বাক্য কাচ নলেব অপব প্রান্ত অক্সিজেন প্রস্তুত করিবাব যন্ত্রেব মত ব্যবস্থায় রাখিতে হইবে। এইবাব ফানেলেব ভিতর দিয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ঢালিয়া দিলে অন্য নল দিয়া কার্বনডাই অক্সাইড গ্যাস জাবে গিয়া উঠিবে। কয়েকটি জাব এইকপে কার্বন-ডাইঅক্সাইড গ্যাস পূর্ণ করিয়া ইহাব গুণাবলী পরীক্ষা করিবাব জন্য বাখ।

কার্বনডাই অক্সাইড বর্ণহীন গ্যাসীয় পদার্থ বটে কিন্তু ইহাব অল্প গন্ধ ও অল্প স্বাদ আছে। কার্বনডাই অক্সাইড পূর্ণ জাবে জলন্ত কাঠি নিভিয়া যায় অথচ ঐ গ্যাস নিজে জলে না। চুনের জলে কার্বনডাই অক্সাইড দিলে উভয়েব সংযোগে চা-খড়ি হয় বলিয়া চুনের জল ঘোলাটে হইয়া যায়। ইহা বায়ু অপেক্ষা ভারী বলিয়া ইহাকে জলের ত্রায় এক পাত্র হইতে অন্য পাত্রে ঢালা যায়। এইরূপ ভারী বলিয়া মানুষেব বাস গৃহে বায়ু চলাচলেব বিশেষ ব্যবস্থা বাখা দবকাব, নতুবা মানুষেব নিঃশ্বাস হইতে নির্গত হইয়া নিচে জমিয়া এই গ্যাস ঘবেব বায়ুকে দূষিত কবিয়া বিপদেব কাবণ হয়, একটি বদ্ধ পাত্রে জীবন্ত একটি ইঁদূব রাখিয়া দিলে বিচুক্ষণ পবে ইহা মবণাপন্ন হইয়া পড়ে। কাবণ আব কিছু নহে উহা পাত্রেব অক্সিজেন প্রশ্বাসবায়ুতে টানিয়া লইয়া নিঃশ্বাসেব সহিত কার্বনডাই অক্সাইড ত্যাগ কবিয়াছে। ফলে পাত্রে কার্বনডাই অক্সাইড জমিয়া উহাকে ঐরূপ কবিয়াছে। ইহা জলে দ্রব হয়। আমবা সে ‘সোডা ওয়াটার’ খাই তাহা কার্বনডাই অক্সাইড মিশ্রিত জল ভিন্ন আব কিছু নহে।

সোডা ওয়াটার প্রস্তুত কবিবাব জগু এবং আগুন নিভাইবাব যন্ত্রে ইহা প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। কাপড় কাঁচা সোডা প্রস্তুত কবিতো উহা যথেষ্ট পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

হাইড্রোজেন

এইবাব তোমাদিগকে হাইড্রোজেন (Hydrogen) গ্যাসেব কথা বলিতেছি।

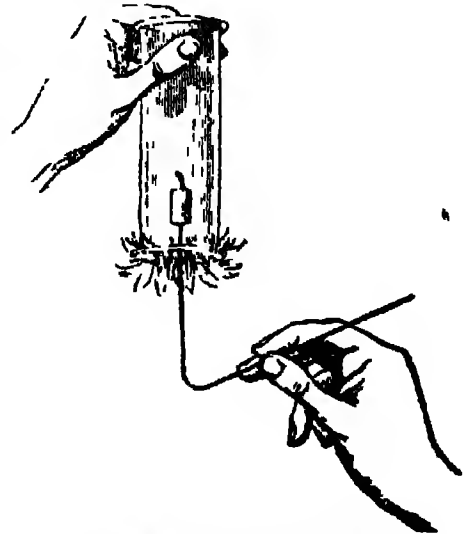


১৬নং চিত্র—হাইড্রোজেন বায়ুর নিঃসরণ
(১৬ নং চিত্র)। উহাব এক মুখে ছিপিব মধ্য দিয়া একটি সরু লম্বা নল বিশিষ্ট

এই গ্যাস জলেব অত্যন্তম উপাদান বলিয়া ইহাব এইরূপ নাম দেওয়া হইয়াছে। ইহা কিকপে প্রস্তুত হয় এবং ইহাব গুণ কি দেখ।

তুইটি মুখ-বিশিষ্ট একটি কাচেব বোতল (Woulf's bottle) লও

ফানেল একপভাবে বসাইয়া দাও, যেন এই নলটির নিয়ন্ত্রিত প্রায় বোতলের তলদেশ পর্যন্ত যায়। বোতলের অপব মুখ দিয়া কতকগুলি দস্তাব টুকরা ফেলিয়া একটি ছিদ্রযুক্ত ছিপি দ্বারা ঐ মুখও আঁটিয়া দাও। এই ছিপির ছিদ্রে আব একটি বক্র কাচনলের একপ্রান্ত একপে প্রবেশ কবাও যেন, এই প্রান্ত বোতলের ভিতরে বেশী নিচে না যায়। বাকী নলটির অপবপ্রান্ত একটি গ্যাস-দ্রোণী (Pneumatic trough) জলের মধ্যে ডুবাইয়া রাখ। ফানেল দিয়া জলমিশ্রিত কিছু সান্ফিউবিক অ্যাসিড ঢালিয়া দাও। দস্তাব উপর অ্যাসিডের বাসায়নিক ক্রিয়া হওয়ায় এক প্রকার গ্যাসীয়পদার্থ বাকী নলের ভিতর দিয়া আসিয়া গামলাব জলের ভিতর বৃদবৃদ আকারে বাহির হইবে, ইহাই হাইড্রোজেন বায়ু। একটি পরীক্ষানল জলপূর্ণ করিয়া গামলাব ভিতর উপুড় করিয়া বসাইয়া তাহা এই বায়ু দ্বারা পূর্ণ কর। পরে ঐ পরীক্ষা-নলটির মুখ আঙ্গুল দিয়া বন্ধ করিয়া কিছু দূরে একটি আলোর নিকটে ধর। ইহাতে সামান্য বিস্ফোরণ শব্দ করিয়া হাইড্রোজেন জলিয়া উঠিবে। হাইড্রোজেন বাতাসের সঙ্গে মিশিয়া বিস্ফোরক গ্যাস প্রস্তুত কবে। সুতরাং হাইড্রোজেন প্রস্তুতকালে তাহাব নিকটে উন্নত দীপশিখা রাখা উচিত নয়। অ্যাসিড ঢালিবাব পর কিছুক্ষণ অপেক্ষা করিলে বোতলের সমস্ত বায়ু হাইড্রোজেনের সত্তিত বাহির হইয়া যাইবে। তাহাব পর হাইড্রোজেন বায়ু সংগ্রহ কবা নিবাপদ। একটি জলপূর্ণ কাচের জাব (Gas-jar) গ্যাসদ্রোণীব গ্যাস নিঃসরণকারী নলের উপর উপুড় করিয়া বসাও এবং উহাকে হাইড্রোজেন গ্যাস পূর্ণ করিয়া গামলাব ভিতর সবাইয়া রাখ। এইরূপে আবও কয়েকটি জাব বা বড বোতল হাইড্রোজেন দ্বারা পূর্ণ কর।



১৭নং চিত্র—হাইড্রোজেনের জলন

হাইড্রোজেন পূর্ণ একটি জাব জলের গামলা হইতে মুখ নিচু রাখিয়াই বাহির

কব। একটি বাকান তাবের উপর জলন্ত বাতি বসাইয়া ঐ জাবের ভিতর প্রবেশ কবাইয়া দিলে (১৭ নং চিত্র) দেখিবে যে, উহা তৎক্ষণাৎ নিভিয়া গিয়াছে, কিন্তু জাবের মুখে হাইড্রোজেন বায়ু ঈষৎ নীল বর্ণের শিখা উৎপন্ন কবিয়া জলিতেছে। এই পরীক্ষা দ্বারা বুঝা যায় যে হাইড্রোজেন বায়ু অক্সিজেনের ত্রায দহন কার্যে সহায়তা কবে না, কিন্তু নিজে একটি সহজদাহ পদার্থ।

হাইড্রোজেন গ্যাস জলিয়া কোন্ পদার্থ উৎপন্ন কবে? পূর্ব-বর্ণিত বোতলটির সহিত হাইড্রোজেন গ্যাস নিঃসরণকারী যে বক্র নলটি লাগান আছে, তাহার পবিবর্তে একটি ক্ষুদ্রমুখ-বিশিষ্ট সোজা কাচনল লাগাইয়া দাও। বোতলের ভিতরের সমস্ত গ্যাস যখন বাহির হইয়া যাইবে, তখন সনদ নলের মুখে হাইড্রোজেন জ্বলাইয়া উহা নীলাভ শিখার উপর একটি শীতল কাচের গ্লাস উপুড় কবিয়া বস, কিছুক্ষণ পবে দেখিবে গ্লাসের ভিতরের গায়ে জলকণা জমিয়াছে। জাবের হাইড্রোজেন বায়ুস্থ অক্সিজেনের সহিত পুড়িয়া এই জল সৃষ্টি কবিয়াছে। অতএব জল, অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন সংযোগে উৎপন্ন হোঁপিব।

হাইড্রোজেন সাধাবণ বায়ু অপেক্ষা লঘু। জানবা বত প্রকাবের গ্যাসীয় পদার্থ জানি তন্মধ্যে ইহাই সব অপেক্ষা হাল।। একটি বায়ুপূর্ণ বোতলের মুখ নিচু কবিয়া



১৮নং চিত্র—হাইড্রোজেন

ধব পবে একটি হাইড্রোজেনপূর্ণ বোতলের মুখ উপরের বোতলের মুখের সহিত লাগাইয়া ১৮ নং চিত্র প্রদর্শিতভাবে কাৎ কবিয়া বস। হাইড্রোজেন লঘু বলিয়া উদ্ধারদিক উঠিয়া উপরের বোতল দাইয়া জলিত থাকিব। বাহিরের বায়ু আসিয়া নিচের বোতলের শূন্য স্থান পূর্ণ কবিবে। কিছুক্ষণ পবে একটি জলন্ত কাঠি নিচের বোতলে ধবিলে উহা আব নিভিয়া যাইবে না, কিন্তু কাঠিটি

উপরের বোতলের মুখে ধবিলে তৎক্ষণাৎ নিভিয়া যাইবে এবং বোতলের মুখে

ঐ গ্যাস জ্বলিতে থাকিবে। ববাবেব বেলুনেব মধ্যে হাইড্রোজেন গ্যাস পুৰিয়া তাহাব মুখ বাঁধিয়া ছাড়িয়া দিলে বেলুনটি সহজেই শূন্যে উঠিতে থাকে, হাইড্রোজেন হাল্কা বলিয়াই একপ হয়। সাবান-গোলা জলে হাইড্রোজেন নিঃসৰণকাৰী বক্ৰ নলটি ডুবাইলে হাইড্রোজেনে পূৰ্ণ সাবানেব বুদ্ধদণ্ডলি বেলুনেব মতই উডিতে থাকিবে।

সুতৰাং দেখা গেল হাইড্রোজেন বৰ্ণ বিহীন ও গন্ধহীন গ্যাসীয় পদাৰ্থ। ইহা দহন কাৰ্য্যে সহায়তা কৰে না, কিন্তু নিজে দাহ, ইহা অক্সিজেনেব সহিত পুড়িয়া জল উৎপন্ন কৰে। ইহা যাবতীয় পদাৰ্থ হইতে লঘু।

সংক্ষেপ :—অক্সিজেন বৰ্ণ, স্বাদ, গন্ধহীন, স্বচ্ছ, গ্যাসীয় পদাৰ্থ, অজ্বলন পোষক কিন্তু দাহ নহে, জলে দ্ৰাৱ্য নহে। নিম্নোপৰি আমৰা ইহাটো টানিয়া বাঁচিয়া থাকি। চাৰিভাগ পটাশিয়াম ক্লোৰেট ও এক ভাগ ম্যাগ্নানিজ ডাইঅক্সাইড শত্ৰু পৰীক্ষানলে উত্তপ্ত কৰিয়া এই পদাৰ্থ পাওয়া যায়।

বায়ু হইতে অক্সিজেন উৎপাদন সৰাইয়া লইয়া নাইট্ৰোজেন পৰিতাক্ত হইতে পারে। যানোনিয়াম নাইট্ৰাইট উত্তপ্ত কৰিলে গ্যাসীয় পদাৰ্থৰূপে ইহা উৎপন্ন হইয়া থাকে।

নাইট্ৰোজেন বৰ্ণ স্বাদ, গন্ধহীন, স্বচ্ছ, গ্যাস, দাহ না অজ্বলন পোষক নহে। ইহাতে প্ৰাণী বাঁচে না। সামান্য পৰিমাণে জলে দ্ৰৱ হইতে পারে। ইহা অত্যন্ত নিষ্ক্ৰিয়।

চা-থড়ি বা মাৰ্বেল পাথৰে হাইড্ৰোক্লোৰিক অ্যাসিড ঢালিয়া কাৰ্বনডাই অক্সাইড গ্যাস পাওয়া যায়। ইহা বৰ্ণহীন গ্যাসীয় পদাৰ্থ। ইহাব অল্প গন্ধ ও অল্পস্বাদ আছে। ইহা দাহ বা অজ্বলন পোষক নহে। ইহাতে জীৱগণ বাঁচিতে পাবে না। ইহা চুনেব জল ঘোলাটে কৰিয়া দেয়। বায়ু অপেক্ষা ভাবী বলিধ। ইহাকে জলেব স্থায় এক পাত্ৰ হইতে অন্য পাত্ৰে ঢালিতে পাৰা যায়।

দস্তাব টুকৰাব উপৰ জলমিশ্ৰিত সালফিউৰিক অ্যাসিড ঢালিলে ইহা হইতে হাইড্ৰোজেন বাহিৰ হয়। ইহা বৰ্ণ, স্বাদ, গন্ধহীন, গ্যাস, দাহ কিন্তু অজ্বলন পোষক নয়। ইহা সকল প্ৰকাৰ গ্যাসীয় পদাৰ্থেব মৰ্য্যে লঘুতম। ইহা জলে দ্ৰৱ হয় না।

অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, কার্বন ডাই অক্সাইড ও হাইড্রোজেনের তুলনা

৩০

অক্সিজেন	নাইট্রোজেন	কার্বন ডাই অক্সাইড	হাইড্রোজেন
১। বায়ু শতকরা ২০.৬০ অংশ অক্সিজেন	বায়ুর শতকরা ৭৭.১৬ অংশ নাইট্রোজেন	বায়ু শতকরা ০.০৪ অংশ কার্বন ডাই অক্সাইড	বায়ুতে নাই
২। পটাশিয়াম ক্রোমেট ও ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড উত্তপ্ত করিয়া প্রস্তুত হয়	অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইট উত্তপ্ত করিয়া প্রস্তুত করা হয়	মারব'ল পাথরে হাইড্রো-ক্লোরিক অ্যাসিড ঢালিয়া প্রস্তুত হয়	দস্তায় সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালিয়া প্রস্তুত করা হয়
৩। বর্ণ, স্বাদ, গন্ধহীন গ্যাস	বর্ণ, স্বাদ, গন্ধহীন গ্যাস	বর্ণহীন, অল্প অম্লস্বাদযুক্ত ও অল্প গন্ধযুক্ত গ্যাস	বর্ণ, স্বাদ, গন্ধহীন গ্যাস
৪। জলে অল্প দ্রব হয়	জলে অল্প দ্রব হয়	জলে দ্রব হয়	জলে অল্প দ্রব হয়
৫। বায়ু অপেক্ষা ভারী	বায়ু অপেক্ষা লঘু	বায়ু অপেক্ষা বেশ ভারী	লঘুতম গ্যাস
৬। দহন সহায়ক কিন্তু দাহন নয়	দহন সহায়ক নয়, দাহনও নয়	দহন সহায়ক নহে, দাহনও নহে	দহন সহায়ক নয় কিন্তু দাহ
৭। শ্বাসকার্যের সহায়ক	শ্বাসকার্যের পোষকভাবে সহায়ক	শ্বাসকার্যের সহায়ক নয়	শ্বাসকার্যের সহায়ক নয়
৮। চুনের জল ঘোলা করে না	চুনের জল ঘোলা করে না	চুনের জল ঘোলা করে	চুনের জল ঘোলা করে না

বিজ্ঞান—রসায়ন বিভাগ

পঞ্চম প্রশ্নমালা

১। অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, কার্বন ডাইঅক্সাইড বা হাইড্রোজেন প্রস্তুত প্রণালী ও উহার গুণাবলী বিস্তৃতভাবে লিখ। উহা আমাদের কি কি প্রধান ব্যবহারে আসে লিখ। (Describe experiments by which Oxygen, Nitrogen, Carbon-dioxide or Hydrogen may be prepared, state its properties and uses)

২। তিনটি জারে যথাক্রমে হাইড্রোজেন, কার্বনডাইঅক্সাইড ও নাইট্রোজেন আছে। কিরূপে তাহাদের কোনটিতে কি আছে বুঝিতে পারিবে বল। (How can you detect Hydrogen, Carbon dioxide and Nitrogen, each of which is kept in a separate bottle?)

৩। খেলনাব বেলুনে কি গ্যাস পুরিলে ইহা অধিক উচ্চে উঠিতে পারে লিখ। (Which gas being introduced into toy balloons raises it high up?)

৪। একটি বদ্ধ পাত্রে একটি জীবন্ত ইঁদুর রাখিয়া দিলে কি ঘটে লিখ ও তাহার রাসায়নিক কারণ লিখ। (Explain chemically what happens when a mouse is put in a closed jar?) [কঃ বিঃ ১৯৪১]

৫। কার্বনডাইঅক্সাইড সম্বন্ধে যাহা জান লিখ। শুষ্ক বরফ কাকে বলে? (Write all you know about Carbon dioxide. What is dry ice?) [কঃ বিঃ ১৯৪১]

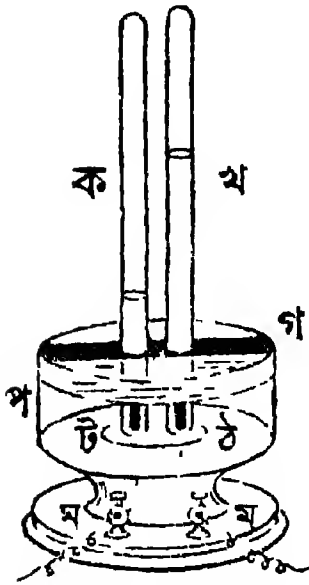
ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ

জলের উপাদান, স্বভাবজ ও বাতাসিত জল, মৃদু ও
খর জল

জলের উপাদান

তোমরা দেখিয়াছ, হাইড্রোজেন দাহ পদার্থ ও বায়ুতে উহা জ্বলিলে জলকণা
উৎপন্ন হয়। পূর্বের পরীক্ষায় ইহাও প্রমাণিত হইয়াছে যে, কোন বস্তু জলিবার
সময় উহা বায়ুস্থ অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হয়। অতএব হাইড্রোজেনও প্রজ্বলনকালে

অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় এবং জলের সৃষ্টি করে
স্বতন্ত্র হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন জলের দুইটি
উপাদান।



১৯নং চিত্র- জল বিশ্লেষণ

বিশ্লেষণ দ্বারাও জলের উপাদান ও তাহাদের
পরিমাণ বাতিল করা যায়। ১৯নং চিত্রে যে কাচের
পাত্র দেখিতেছ, উহাও তলার দুইটি ছিদ্র আছে।
এ ছিদ্রপথে দুইটি তামার তার গালা দিয়া জঁটা
আছে। তামার তার দুইটির যে প্রান্তদ্বয় পাত্রের
ভিতরে বহিয়াছে, তাহাদের প্রতিটি প্লাটিনাম্ নামক
পাতুর দুইটি পাত লাগান আছে। পাত্রটির ভিতরে
জল ঢালিয়া প্রায় পূর্ণ কর। বিশুদ্ধ জল তড়িদন্তরক

বলিয়া কয়েক ফোঁটা সান্ফিউরিক অ্যাসিড্ এই জলে ঢালিয়া দাও। পবে দুইটি
সমানতন একমুখ বন্ধ কাচনল জলে পূর্ণ করিয়া প্লাটিনাম্ পাত দুইটির উপর
উন্টাইয়া বসায়। এক্ষণে তাবের বাহিরের প্রান্ত, দুই বা ততোধিক তড়িৎ-
সেলযুক্ত ব্যাটারীর প্রান্তদ্বয়ে সংযুক্ত কর। তড়িৎ-প্রবাহ আবস্ত হইলে
দেখিবে, দুইটি প্লাটিনাম্ পাত হইতেই বৃদ্ধ উঠিতেছে এবং নল দুইটির ভিতরে
জমিতেছে। ১৫২০ মিনিট পবে দেখিবে যে, একটি নলে যত গ্যাস সঞ্চিত

হইয়াছে, অপব নলে প্রায় তাহার দ্বিগুণ গ্যাস জমিয়াছে। কম গ্যাসপূর্ণ নলটিব ভিতবে একটি নির্ধাপিত প্রায় জলন্ত কাঠি ফেলিয়া দিলে, উহা উজ্জলভাবে জলিতে থাকিবে, অতএব ইহা অক্সিজেন। অপব নলটি একটি দীপশিখার নিকট লইয়া গেলে তন্মধ্যস্থ গ্যাস জলিয়া উঠে, অতএব উহা হাইড্রোজেন। স্মৃতবাং তডিং-প্রবাহকালে পাত্রেব জল বিশ্লিষ্ট হওয়ায় অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন পাওয়া যায় এবং হাইড্রোজেনেব পবিমাণ অক্সিজেনেব পবিমাণেব দ্বিগুণ।

পবিমাণে দুইভাগ হাইড্রোজেন ও একভাগ অক্সিজেন দ্বারা একটি সোডা ওয়াটারেব বোতল পূর্ণ কবিয়া উহাব মূখটি একটি জলন্ত কাঠিব শিখার কাছে ধব। তৎক্ষণাৎ একটি ভীষণ শব্দ উৎপন্ন হইয়া গ্যাস দুইটি সংযুক্ত হইবে ও জল উৎপন্ন কবিবে।

স্বভাবজ জল

ভূপৃষ্ঠেব প্রায় ৩ অংশ জলে পূর্ণ এবং সমুদ্র, নদনদী, প্রস্রবণ প্রভৃতি নানা আকারেব জলবাণি দেখিতে পাওয়া যায়, অবশ্য সব জলই সুপেষ নয়। কোনটি অত্যন্ত লবণাক্ত, কোনটি কষায় বা অতুপ্রকার স্বাদযুক্ত। দেখিতেও কোনটি বা ঘোলা, কোনটি বা স্বচ্ছ। জলে দ্রবীভূত ও ভাসমান বহু পদার্থেব জন্মই উহাদেব একপ পার্থক্য লক্ষিত হয়। বস্তুত, প্রকৃতিতে একেবারে বিশুদ্ধ জল পাওয়া অসম্ভব।

বৃষ্টির জল—প্রাকৃতিক জলেব মধ্যে বৃষ্টিব জল সবাপেক্ষা বিশুদ্ধ। তোমরা পূর্বেই জানিয়াছ সমুদ্রেব জল বাষ্পীভূত হইয়া উপরে উঠে এবং পুনর্বাষ ঘনীভূত হইয়া মেঘ ও পবে বৃষ্টিতে পরিণত হয়। এই প্রাকৃতিক পাতন-প্রক্রিয়াব ফলে বৃষ্টিব জল বিশুদ্ধ হইবাবই কথা, কিন্তু বায়ুমণ্ডলেব ভিতর দিয়া বৃষ্টিব জল পড়িবাব সময় বায়ুব কার্বন-ডাইঅক্সাইড উহাতে দ্রবীভূত হয় এবং বায়ুতে ভাসমান ধূলিকণা প্রভৃতিও উহাতে মিশ্রিত হয়। এইজন্য বৃষ্টিব জলকেও সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ বলা চলে না। পল্লীগ্রামে অনেকে বৃষ্টিব সময়

উন্মুক্ত প্রাঙ্গনে একটি পবিত্র চাদর খাটাইয়া এবং তাহার নিচে একটি কলসী বসাইয়া বৃষ্টির জল সংগ্রহ কবেন। প্রথম বৃষ্টির জল ত্যাগ করিয়া, অল্পক্ষণ পবে বৃষ্টির জল ধবিলে অনেকটা বিশুদ্ধ জল পাওয়া যায়। কার্বন-ডাইঅক্সাইডযুক্ত বৃষ্টি-জলে বহু ভূমিজ পদার্থ দ্রব হয়।

প্রস্রবণ ও কূপের জল—কূপ ও কবণার জল বিশুদ্ধতায় বৃষ্টির জলের পবে ধরা যাইতে পারে। এই জল মাটির নানা স্তর ভেদ করিয়া আসে বলিয়া উহাতে ভাসমান ময়লাগুলি থাকিতে পারে না, কিন্তু ইহাতে লবণজাতীয় খনিজপদার্থ যথা, ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, পটাসিয়াম, সোডিয়াম, লৌহ প্রভৃতি ধাতুসকলের যৌগিক পদার্থ দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। সেইজন্য ইহার স্বাদ সাধারণত একটু কটু হইলেও স্বাস্থ্যের পক্ষে উপকারী।

নদীর জল—নদীর জল সাধারণত ঘোলা। বৃষ্টির জল মাটিতে পড়িয়া গড়াইয়া বাইবার সময় ধূলা, বালি, মাটি 'ও নানাবিধ জৈব পদার্থ' ভাসমান অবস্থায় সঙ্গে লইয়া নদীতে পতিত হয়। তাহা ছাড়া লবণ ও লবণজাতীয় পদার্থও নদীর জলে দ্রব থাকে। নদীর জল পানীয়রূপে ব্যবহার করিতে হইলে ফুটাইয়া ও পবে ছাঁকিয়া লওয়া উচিত।

সমুদ্র-জল—সমুদ্র-জল অতিশয় লবণাক্ত এবং পানের অনুপযোগী। বহু নদ-নদী শেষে সমুদ্রে যাইয়া পতিত হয় বলিয়া সমুদ্র দ্রবীভূত লবণ জাতীয় পদার্থের পরিমাণ সর্বাপেক্ষা অধিক।

বাতাসিত জল

বিশুদ্ধ জল স্বাদহীন। কিন্তু প্রকৃতির ভাণ্ডারে বিশুদ্ধ জল একেবারে পাওয়া যায় না বলিলেই চলে। এমন কি বৃষ্টির জল যাহা পতিত জলের ত্রায় বিশুদ্ধ, তাহাও পৃথিবীর বুকে পড়িবাব সময় বায়ুমণ্ডলস্থ ধূলিকণা, অক্সিজেন ও কার্বন-ডাইঅক্সাইড দ্রবীভূত করিয়া আনে। নানা প্রকার পদার্থ

জলে মিশ্রিত থাকে বলিয়া জলের আমবা কিছু না কিছু স্বাদ পাই। জল ফুটাইয়া লইলে অনেক দ্রবীভূত বাষ্প উঠিয়া যায় বলিয়া সিদ্ধজল বিস্বাদ লাগে। বৃষ্টির জলের কতকাংশ মাটির ভিতর প্রবেশ করে। ইহা যতই মাটির ভিতর যায় ততই ইহার সহিত নানাপ্রকার খনিজ পদার্থ দ্রবীভূত হয়, প্রস্রবণ আকারে এই জল যখন বাহিরে আসে তখন ঐ সকল দ্রবীভূত পদার্থের জন্য ইহার স্বাদ পাই। যখন প্রস্রবণের জলে কোন পদার্থ অধিক পরিমাণে দ্রবীভূত থাকে এবং তজ্জন্য কোনও একটি বিশেষ স্বাদ পাওয়া যায় তখন ঐ জলকে **খনিজ জল** (Mineral water) বলা হয়। কোন বাষ্প জলে অধিক মাত্রায় দ্রবীভূত থাকিলে তাকে **বাতাস্বিত** (Aerated) জল বলা চলে—ইহা নামের দ্বারা বুঝা যায়। কিন্তু আমবা সাধারণত যে সোডা জল বা লেমনেড খাই তাহা কার্বন-ডাইঅক্সাইড মিশ্রিত জল ভিন্ন আর কিছু নহে। অধিক তাপে অধিক পরিমাণে কার্বন-ডাইঅক্সাইড জলে দ্রবীভূত করা থাকে। সাধারণত হুহাদিগকেই আমবা বাতাস্বিত জল বলি। বোতলে ছিপি খুলিয়া দিলে বোতলের ভিতর হঠাৎ জোরে একটি বাষ্প নির্গত হইয়া যায় বলিয়া বুঝিতে পারা যায়। ইহাই কার্বন-ডাইঅক্সাইড, কার্বন-ডাইঅক্সাইড অধিক মাত্রায় ছিল—চাপ কমিয়া যাওয়ায় বোতল হঠাৎ কিছু নির্গত হইয়া গেল।

জলে বঠিন, তরল ও গ্যাসীয় পদার্থ দ্রবীভূত থাকিলে অনেক সময় সেই জল খাইয়া আমাদের স্বাস্থ্যোন্নতি হয়। আমবা যখন কোথাও জল হাওয়া পরিবর্তনে যাই তখন সেখানকার জলে যে জাতীয় পদার্থ মিশ্রিত থাকিলে আমাদের শরীরের পক্ষে ভাল হইবে দেখি, সেখানেই যাই। এমন অনেক স্থানের জল আছে যাহা ঔষধের ত্রায় কার্যকরী। মুঙ্গেরের সীতাকুণ্ড, ইউরোপে কার্লসবাদ ও মারিষনবার্দের জল বাস্তবিকই ঔষধের ত্রায় উপকারী। সোডা জল বা লেমনেড আমাদের স্বাস্থ্যের পক্ষে কিরূপ উপকারী তাহা আমাদের কাহারও অবদিত নাই।

খব ও মৃদু জল

তোমরা বোধ হয় লক্ষ্য করিয়াছ যে, সাবান দিয়া কাপড় পবিকাৰ কবিবাব সময় কোন জলে বেশ সহজেই ফেনা হয় ও কাপড় শীঘ্র কাঁচা হয়, আবার কোনও জলে সহজে সাবানের ফেনা হইতে চাহে না, অনেকটা সাবান খবচ হইবাব পৰ সেই জলে ফেনা হয়। কৃপেব জলে সাবান অনেক বেশী লাগে কিন্তু অনেক পুকুৰেব জলে অল্প সাবান লাগে। যে জলে সাবান গুলিলে বেশ সহজে ফেনা হয়, তাহাকে মৃদু জল (Soft water) বলে এবং যে জলে সহজে ফেনা হয় না, তাহাকে খব জল (Hard water) বলে।

জল এতকপ খব না মৃদু হইবাব কাৰণ কি? বৃষ্টিব জল ভূমিৰ উপৰ দিয়া আসিবাব সময় অনেক পদাৰ্থকেই দ্রব কৰিয়া সঙ্গে লইয়া আসে। কৃষা, নবণা ও সমুদ্রজলে বহু খনিজ পদাৰ্থ দ্রবীভূত থাকে। নদী বা কৃষাব জল কোনও পাত্ৰ লইয়া ফুটাইলে গথন জল উবিয়া যায়, তখন পাত্ৰেব তলায় গুঁড়া গুঁড়া পদাৰ্থ পক্ৰিয়া থাকে। সাধাৰণত, খব জলে ক্যালসিয়াম-বাটকাৰনেট্ (Calcium bi-carbonate), ম্যাগনেসিয়াম সালফেট্ (Magnesium sulphate), ক্যালসিয়াম ক্লোৰাইড (Calcium chloride) প্রভৃতি খনিজ পদাৰ্থ থাকে। ইহাবাই সাবানের সহিত যুক্ত হইয়া যায় বলিয়া প্রথম প্রথম জলে ফেনা হইতে দেখে না।

খব জলও আবার দুই প্রকাৰেব দেখা যায়,—অস্থায়ী (Temporary) খব জল ও স্থায়ী (Permanent) খব জল। কেবলমাত্ৰ ফুটাইলে যে জলেব খবতা দূৰ হয়, তাহাই অস্থায়ী খব জল। স্থায়ী খব জলেব খবতা একপে দূৰ কৰা যায় না।

একটু চুনেব জল লইয়া তাহাতে ফুঁ দিলে জল শাদা হইয়া যায়। নিঃস্বাসবায়ুৰ কাৰ্ব'নডাইঅক্সাইড চুনেব সহিত মিশ্ৰিত হইয়া খড়িমাটি উৎপন্ন

কৰে, উহাই জলে ভাসমান অবস্থায় থাকিয়া জল ঘোলা কৰে। জল স্থিৰ হইলে কিছুক্ষণ পৰে খড়িগুঁড়া ক্ৰমশঃ অদৃশ্য হয়। তাহা হইলে দেখিলে, খড়িমাটি বিশুদ্ধ জলে দ্ৰবণীয় নয় কিন্তু উহা কাৰ্ব'নডাইঅক্সাইড মিশ্ৰিত জলে দ্ৰবীভূত হয়। বাস্তবিক এই খড়িমাটি বা ক্যালসিয়াম কাৰ্ব'নেট কাৰ্ব'নডাই-অক্সাইডেৰ সহিত মিশ্ৰিত হইয়া ক্যালসিয়াম বাইকাৰ্ব'নেট্ নামক পদাৰ্থে পৰিণত হয়, উহা জলে দ্ৰবণীয়। ক্যালসিয়াম বাইকাৰ্ব'নেট ও ম্যাগনেসিয়াম বাইকাৰ্ব'নেটেৰ উপস্থিতি জলেৰ অস্থায়ী কৰ্কশতাৰ কাৰণ। বৃষ্টিপাতকালে বায়ুস্থ কাৰ্ব'নডাইঅক্সাইড বৃষ্টিৰ জলেৰ সহিত মিশ্ৰিত হয় এবং মাটিতে পড়িয়া প্ৰস্তুতাদিৰ উপৰ দিয়া গাইবান সময় পাণবেৰ কিয়দংশ দ্ৰব কৰিয়া ক্যালসিয়াম বাইকাৰ্ব'নেট্ প্ৰস্তুত কৰে। এইৰূপ খবজল ফুটাইলে কাৰ্ব'নডাইঅক্সাইড গ্যাস জল হঠাতে দ্ৰবীভূত হওয়াৰ খড়িমাটি দ্ৰাৱীয় বস্তু আৰু দ্ৰবঅবস্থায় থাকে না, নিচে পড়িয়া যায়।

অস্থায়ী খবজলে কিছু চুন মিলাইলেও উহা মূছ হইয়া যায়। কাৰণ, চুনেৰ জল ক্যালসিয়াম বাইকাৰ্ব'নেটেৰ সহিত যুক্ত হইয়া উহাকে ক্যালসিয়াম কাৰ্ব'নেট্ বা খড়িমাটিতে পৰিৱৰ্তিত কৰে এবং ঐ খড়িমাটি থিতাইয়া জলকে মূছ কৰে।

ম্যাগনেসিয়াম সালফেট্, ক্যালসিয়াম কোবাইড্ প্ৰভৃতি খনিজ পদাৰ্থ বিশুদ্ধ জলে দ্ৰাৱ। এইজন্ত ইহাবা যে জলে দ্ৰবীভূত থাকিয়া উহাকে খব কৰে, সে জল ফুটাইলেও ইহাবা দ্ৰব অবস্থায় থাকে, স্নাতবাং জলেৰ খবতা দূৰ হয় না। অতএব ইহাদেৰ উপস্থিতিই জলেৰ স্থায়ী খবতাৰ কাৰণ। জলে কাপডকাচা সোডা বা সাবান দিলে সেই সোডাৰ সহিত ইহাদেৰ বাসায়নিক ক্ৰিয়া হওয়াৰ ম্যাগনেসিয়াম কাৰ্ব'নেট্ ও ক্যালসিয়াম কাৰ্ব'নেট্ প্ৰভৃতি উৎপন্ন হয়। এইগুলি জলে অদ্ৰাৱ্য বলিয়া থিতাইয়া পড়িলে জল মূছ হয়। তখন সেই জলে সাবানেৰ যথেষ্ট ফেনা হয়।

এখন তোমবা বুঝিতে পাবিলে বৃষ্টি-জল কি জন্ত সৰ্বাপেক্ষা মূছ।

সংক্ষেপ :—তড়িৎশক্তি সাহায্যে জল বিশ্লেষণ করিয়া দেখা যায় ইহার উপাদান, দুই ভাগ হাইড্রোজেন ও একভাগ অক্সিজেন। স্বভাবজ জল বিশুদ্ধ নহে, ইহাতে কোন না কোন পদার্থ দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। স্বভাবজ জলের মধ্যে সমুদ্রের জল সর্বাপেক্ষা অশুদ্ধ এবং বৃষ্টির জল সর্বাপেক্ষা বিশুদ্ধ। জলে কোন বাষ্পীয় পদার্থ দ্রবীভূত থাকিলে সেই জলকে বাতাসিত জল বলা হয়। যে জলে সাবান গুলিলে সহজে ফেনা হয় না তাহাদিগকে খবজল এবং বাহাতে ফেনা হয় তাহাকে মুদ্র জল বলা হয়। খবজল আবার দুই বকর, স্থায়ী ও অস্থায়ী। যে খবজলকে মাত্র ফুটাইয়া লইয়া তাহাতে সাবান গুলিলে সহজে ফেনা পাওয়া যায় তাহাকে অস্থায়ী খবজল বলা হয়। ক্যালসিয়াম বাই-কার্বনেটে প্রভৃতি লবণ জাতীয় পদার্থ জলে দ্রবীভূত থাকিলে জল অস্থায়ী খর হয়, ম্যাগনেসিয়াম সালফেট, ক্যালসিয়াম রোবাইড প্রভৃতি থাকিলে স্থায়ী খর হয়।

ষষ্ঠ প্রশ্নমালা

১। জলের উপাদান কি কি এবং কিকপে তাহা স্থির করা যায় বিস্তৃতভাবে লিখ। উপাদানগুলি কি অনুপাতে বর্তমান তাহাও লিখ। (Write in detail what are the constituents of water and how they can be ascertained Write down the percentage composition of water also)

২। বিশুদ্ধতার দিক দিয়া স্বভাবজ কোন জল কোন পযায় পড়িবে সাজাইয়া লিখ। (Arrange the water occurring in nature according to their purity)

৩। খনিজ এবং বাতাসিত জল কাহাকে বলে? মুদ্র, স্থায়ী খব ও অস্থায়ী খব জল কাহাকে বলে লিখ। কিজন্তু জলের একপ অবস্থা হয় ও তাহার প্রতিকার কি? (What are mineral water and aerated water? Write when water is called soft, permanent hard and temporary hard What are the causes of hardness and how it can be removed)

৪। কিকপে খানিকটা স্বচ্ছ জল পাঠিতে পাবা যায়? নদীর জল হইতে একেবারে বিশুদ্ধ জল কিকপে পাওয়া যায়? (How will you prepare a sample of (a) clear water and (b) very pure water, from river water?)

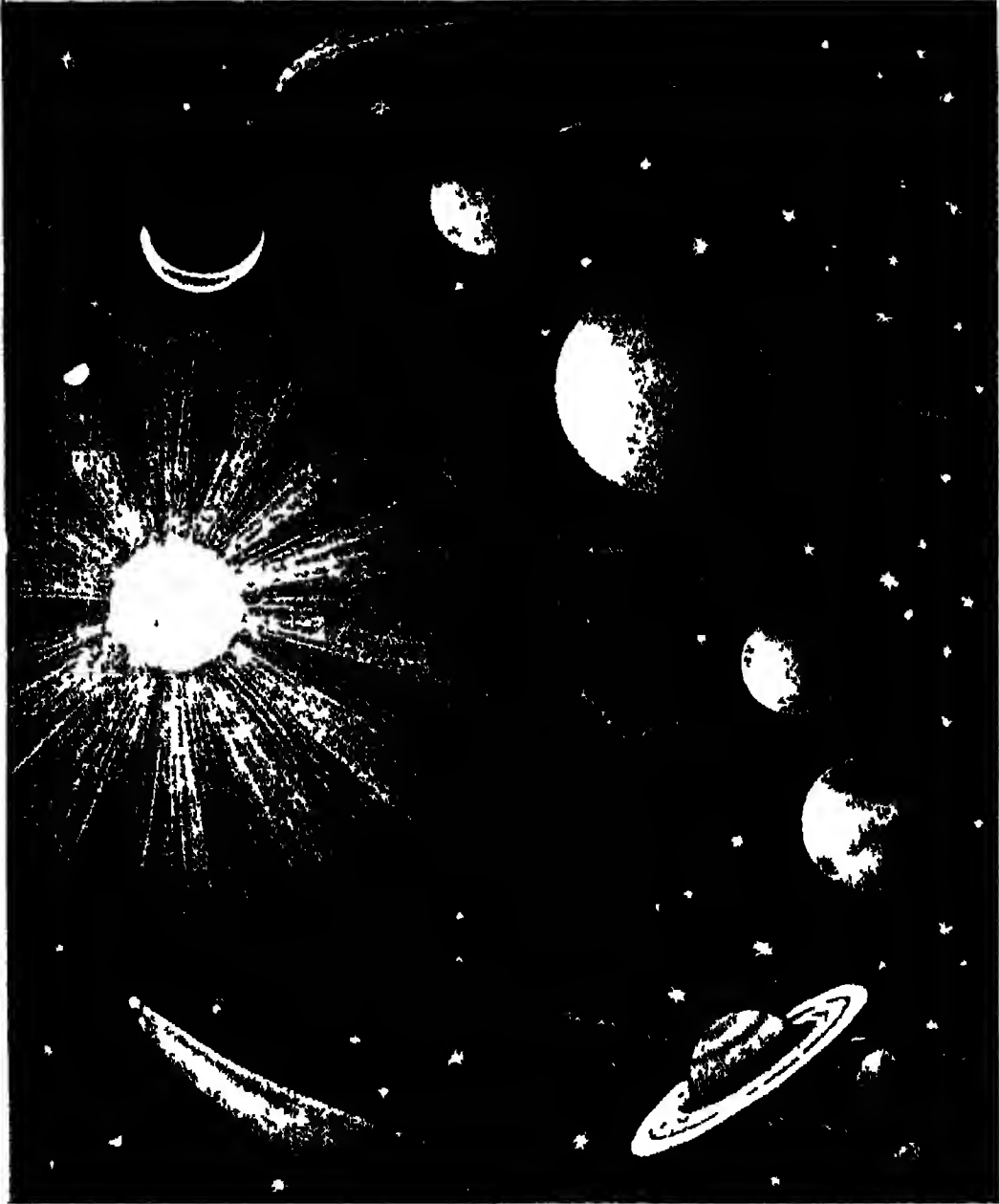
[কঃ বিঃ ১৯৪০]

জ্যোতিষবিদ্যা প্রথম পরিচ্ছেদ

আকাশ ও জ্যোতিষ্ক

মেঘমুক্ত বাত্মিতে খোলা মাঠে, উপর দিকে চাহিলে দেখিতে পাই আনাদের চারিদিক ঘেবিয়া এক নীলবর্ণের অসীম গুপ্তজ, তাহাতে যেন কতকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কি জ্বলিতেছে। মনে হয় একটি নীল চন্দ্রাতপে কে যেন কতকগুলি হীরকখণ্ড বসাইয়া দিয়াছে। গালি চোখে ইহাদের যতগুলি দেখা যায় তাহাদের সংখ্যা ছয় সাত হাজারের অধিক হইবে না, দূর্বীক্ষণ সাহায্যে দেখিলে দেখা যায় ইহাদের সংখ্যা অত্যধিক, কিন্তু প্রকৃত পক্ষে ইহাদের সংখ্যা তদপেক্ষাও অধিক। ব্রহ্মাণ্ডে উহাদের সংখ্যা নির্ণয় করিবার মত সাধ্য আমাদের নাই। আপাত দৃষ্টিতে ইহাদিগকে যত ক্ষুদ্র বলিয়া মনে হয় প্রকৃত পক্ষে ইহারা তত ক্ষুদ্র নহে। তোমরা শুনিয়া আশ্চর্য হইবে ইহাদের এমন এক একটি আছে যাহাদের আকার আমাদের এই পৃথিবীর আকার হইতে বহু লক্ষ গুণ বড়। কিন্তু বহুদূরে আছে বলিয়া আমাদের এই দৃষ্টি ভ্রম হয়। এই দূরত্বের পরিমাণ নির্ণয় কবাও এক মহাসমস্যার বিষয়। আলোক প্রতি সেকেন্ডে ১৮৬০০০ একশত ছিয়াশি হাজার মাইল গমন করে। এক বৎসরে ইহা কত মাইল যাইবে ধারণা কর, এই দূরত্বকে আলোক বৎসর (Light year) বলে। বস্তুত এক আলোক বৎসর বলিতে বুঝায় $১৮৬০০০ \times ৬০ \times ৬০ \times ২৪ \times ৩৬৫$ মাইল— ৫৮৬৫৬৯৬০০০০০০ মাইল। এমন এক একটি জ্যোতিষ্ক আছে যাহাদের নিকট হইতে আমাদের পৃথিবীর দূরত্ব আলোক বৎসর দিয়া প্রকাশ করিলেও এত বড় সংখ্যা হয় যাহা কথায় প্রকাশ করা অসম্ভব হইয়া পড়ে। এমন কি পণ্ডিতেরা

ইহাও বলেন যে জ্যোতিষ্কগুলির এক একটি এত দূরে আছে যে পৃথিবীর জন্ম হইতে আজ পর্যন্ত যত কাল গিয়াছে ইহাব মধ্যও উহাদের নিকট হইতে



১ নং চিত্র

“Heaven declares the glory of God”

আলোক আমাদের পৃথিবীতে আসিয়া পৌছাইতে পাবে নাই। পৃথিবী হইতে

নিকটতম নক্ষত্রটির নাম **প্রক্সিমো সেন্টারি** (Proximo centauri)। ইহা হইতেও আলোক পৃথিবীতে পৌঁছাইতে সাড়ে চারি বৎসর লাগে। তবে ভাবিয়া দেখ কিরূপ কল্পাস্তকর ব্যাপার। জ্যোতির্বিজ্ঞান আমাদিগকে কত যে এইরূপ আপাত অসম্ভব ব্যাপারের বিষয় অবগত হইতে হইবে তাহার ইয়ত্তা নাই। অনেক সময় নিজেদের এমন কি বিজ্ঞান-বিদগণের গবেষণার সত্যফলকেও বিশ্বাস করিবার প্রবৃত্তি আসিবে না। অথচ বিচার ও বিবেক দিয়া গণনা করিলে বুঝা যায় তাহার মহাসত্য। এই সকল অসম্ভব ব্যাপার বিশ্বনিয়ন্তার অনন্ত মাহাত্ম্য অনুভব করিবার স্বযোগ আমাদের কাছে আনিয়া দেয়।

এই যে অসীম নীল গুহ্বজ বা গোলকাকর্ষ যাহার চারিদিক, আমবা যে সমতলে দাঁড়াইয়া আছি সেই সমতলে আসিয়া ঠেকিয়াছে বলিয়া মনে হয় ইহাকে আমবা **আকাশ** বলিয়া থাকি। আকাশ পৃথিবীকে এক বিশাল চক্রবেথায় স্পর্শ করিয়া আছে। সেই বেথাই আমাদের দৃষ্টি পথের সকল দিকের শেষ সীমা বলিয়া ইহাকে **দিগন্ত** বা **ক্ষিতিজ** (Horizon) বেথা বলা হয়। বস্তুত আকাশ নিছক কল্পনা মাত্র। মহাশূন্য আমাদের চোখে নীলবর্ণের আভা আনিয়া দেয় তাই আমবা আকাশ নীল দেখি। কিন্তু যতই উল্লেখ উঠা যাক না কেন আকাশ এমনই আমাদের নাগালের বাহিরে থাকিবেই। প্রকৃত পক্ষে আকাশ বলিয়া কোন পদার্থ নাই। আকাশে যে অসংখ্য আলোকের ফুটকি দেখি তাহাদিগকে আমবা সাধারণত **জ্যোতিষ্ক** বলি। আমাদের পৃথিবীও এমনই একটি জ্যোতিষ্ক। অত্যাশ্চর্য জ্যোতিষ্ক হইতে আমবা যত দূরে আছি, পৃথিবী হইতে যদি ঠিক ততদূরে আমবা থাকিতে পাইতাম তাহা হইলে পৃথিবীকেই আমবা একটি ক্ষুদ্র জ্যোতিষ্কের স্থায় মহাশূন্যে ভাসিতে দেখিতাম।

আকাশে দৃশ্যমান এই ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জ্যোতিষ্কগুলির মধ্যে কতকগুলি বেশ উজ্জ্বল এবং ইহাদের জ্যোতি স্থির, ইহাদিগকে **গ্রহ** (Planet) বলি, কতকগুলি জ্যোতিষ্ক তত উজ্জ্বল নহে, মিটমিট্ করিয়া জলে, ইহাদিগকে **নক্ষত্র** (Star) বলি হয়। বিশেষ কুরিয়া লক্ষ্য করিলে দেখিতে পাওয়া যাইবে জ্যোতিষ্কগুলির

বঙ এক বকম নহে। কোনটিব আলো লাল, কোনটিব হলুদে আৰু কোনটিব বা শাদা। দূৰবীক্ষণ সাহায্যে গ্ৰহগুলি বৃহত্তৰ দেখায় কিন্তু নক্ষত্ৰগুলি যেমন খালি চোখে দেখা যায় দূৰবীক্ষণ সাহায্যেও তেমনই দেখায়।

সূৰ্য একটা বিৰাট জ্যোতিষ্ক—ইহাৰ চাৰিদিকে যে সকল গ্ৰহ মহাকৰ্ষেৰ জন্তু ঘূৰিযা বেড়াইতেছে তাহাবা সূৰ্যেৰ গ্ৰহ। আৰু মহাকৰ্ষেৰ জন্তু গ্ৰহেৰ চাৰিদিকে যে সকল জ্যোতিষ্ক ঘূৰিযা বেড়ায় তাহাদিগকে উক্ত গ্ৰহেৰ উপগ্ৰহ (Satellite) বলে। পৃথিবী সূৰ্যেৰ একটা গ্ৰহ এবং চন্দ্ৰ পৃথিবীৰ একটা উপগ্ৰহ।

নক্ষত্ৰগুলি সূৰ্যেৰ জায় এক একটা জলন্ত অগ্নিপিণ্ড—অনেক দূৰে থাকে বলিয়া ঐকপ ক্ষুদ্ৰ দেখায়, কিন্তু গ্ৰহগুলিৰ নিজৰ আলোক নাই। ইহাৰা যে জ্যোতিষ্কেৰ চাৰিদিকে ঘূৰিযা বেড়ায় তাহাবই আলোক ইহাৰা প্ৰতিফলিত কৰে। সূৰ্যেৰ আলোক পৃথিবী, মঙ্গল, বুধ প্ৰভৃতি গ্ৰহগুলিৰ উপৰ প্ৰতিফলিত হয় বলিয়া আমবা গ্ৰহগুলিকে উজ্জ্বল দেখি। অতএব ইহা ধাবণা কৰা যাইতে পাবে প্ৰত্যেক নক্ষত্ৰেৰই সূৰ্যেৰ জায় গ্ৰহ ঋতু উপগ্ৰহ থাব। সম্ভব।

বহুদিন অন্তৰ এক একবাব আকাশে দীৰ্ঘপুচ্ছবিশিষ্ট ঝাঁটাৰ মুডাব মত জ্যোতিষ্ক দেখা যায়। ইহাদেৰ পৰিভ্ৰমণ পথ অত্যন্ত অধিক বলিয়া বহু দিন পৰে পৰে দেখা যায়। গ্ৰহেৰ বিপৰীত দিকে ইহাদেৰ গতি। ইহাদিগকে **ধুমকেতু** (Comet) বলে। গ্ৰহ নক্ষত্ৰ ছাড়া আকাশেৰ কেথাও কোথাও মেঘেৰ মত ছেঁড়া ছেঁড়া আলোক সমষ্টি দেখা যায়। ইহাদেৰ অধিকাংশই **নীহারিকা** (Nebula)। নিৰ্মল আকাশেৰ এক প্ৰান্ত হইতে অপৰ প্ৰান্ত পৰ্যন্ত বৰাবৰ একটা ক্ষীণ শাদা আলোক নিৰ্মিত পথ দেখা যায়। ইহা ক্ষুদ্ৰ ক্ষুদ্ৰ জ্যোতিষ্কেৰ বিচ্ছুবিত আলোক ভিন্ন কিছুই নহে। ইহাকে **ছায়াপথ** (Milky way) বলা হয়। কখনও কখনও আকাশে ঝাঁটাৰ আকৃতি বিশিষ্ট জ্যোতিষ্ক গুলিৰ ভগ্ন অংশ সমষ্টি কিছুদিনেৰ জন্তু দেখা যায়। পৰে ইহাৰা অদৃশ্য হইয়া থাকে এবং হয়ত বালকাল পৰে আৰু দেখা দেয়। ইহাদিগকে **উজ্জ্বল** (Meteor) বলা হয়।

এক একটি বৃহৎ জ্যোতিষ্কের চারিদিকে ভ্রাম্যমান গ্রহ, উপগ্রহ ইত্যাদির সমষ্টি লইয়া এক একটি **সৌরজগৎ** (Solar system)। অনন্ত ব্রহ্মাণ্ডে এইরূপ কত যে সৌরজগৎ আছে তাহার ইয়ত্তা নাই।

নক্ষত্রগুলি আকাশেব পূর্বদিক হইতে পশ্চিমদিকে নিয়ত চলিয়াছে। প্রত্যেকেই এক বকন ভাবে চলিয়াছে বলিয়া ইহাদের পৰস্পরের মধ্যে ব্যবধান এবং অবস্থানের কোন পরিবর্তন পৰিলক্ষিত হয় না। ইহারা পূর্বাকাশে উঠে ও পশ্চিমাকাশে নামিয়া যায়। ইহাদের তথাকথিত উদয়াস্ত লক্ষ্য করিলে দেখা যায় যে, যে কোন দুইটি তারার উদয়কালের ব্যবধান সকল সময়েই এক। ইহারা প্রত্যেকেই ২৩ ঘণ্টা ৫৬ মিঃ ৪ সেকেন্ড মোটামুটি ২৩ ঘণ্টা ৫৬ মিনিট অন্তর আকাশে উঠে বা আকাশ হইতে নামিয়া যায়। যদিও ইহাদের উঠিবার ও নামিবার ঠিক সময় নির্দেশ করা কঠিন তথাপি ইহাদের খ-মধ্য বেথা (Meridian) অতিক্রম করিবার সময় ঠিক করা যায়। একটি তারার পৰ পৰ দুইবার খ-মধ্য বেথা অতিক্রম করিবার সময়ের ব্যবধান মোটামুটি ২৩ ঘণ্টা ৫৬ মিনিট। এই সময়কে **নাক্ষত্র দিন** (Sidereal day) বলে। লক্ষ্য করিলে ইহাও বুঝিতে পারা যায় যে নক্ষত্রগুলি ধ্রুবতাকে কেন্দ্র করিয়া তাহার চারিদিকে ঘূরিতেছে। বস্তুত ধ্রুবতারা হইতে পৃথিবীর উত্তর মেরু যোগ করিয়া দিলে যে সরল বেথা পাওয়া যায় সেই বেথাকে **অক্ষ** (Axis) করিয়া পৃথিবী তাহার চারিদিকে ঘূরিতেছে বলিয়া নক্ষত্রগুলিকে ঐরূপ ঘূরিতে দেখা যায়। সূর্য ও তাই ঐরূপ ভাবে ঘূরিতেছে বলিয়া মনে হয়। কাজেই সূর্য এবং নক্ষত্রের পৰিভ্রমণ পথ সমান্তরাল এবং পৃথিবীর মেরুদণ্ডের সহিত সমকোণ করিয়া আছে।

কতকগুলি নক্ষত্র সকল সময়েই দেখা যাইতে পারে। তাহার কারণ ধ্রুব-তারার কাছাকাছি কতকগুলি নক্ষত্র পৃথিবীর এই আঙ্গিক গতির ফলে কোন স্থানের ক্ষিতিজ তলের নিচে কখনই নামিয়া যায় না, কাজেই তাহাদিগকে সকল সময়ে দেখা যাইতে পারে।

• নক্ষত্রগুলির আবর্তনের সময় যেমন ২৩ ঘণ্টা ৫৬ মিঃ, সূর্যের আবর্তনের

সময় কিন্তু পুবা ২৪ ঘণ্টা। কাজেই প্রত্যেক দিন সূর্য নক্ষত্রগুলির অনুপাতে ৪ মিনিটের পথ পিছাইয়া পড়ে, কিন্তু ২৪ ঘণ্টায় ইহা একবার আবর্তন কবে অর্থাৎ ৩৬০° ঘূবে। তাহা হইলে ৪ মিনিটে ইহা 1° ঘূবিত্তে পাবে। অতএব প্রত্যেক দিন 1° কবিয়া সূর্য নক্ষত্রের অনুপাতে পিছাইয়া পড়ে। তাহা হইলে মোটামুটি এক বৎসবে অর্থাৎ ৩৬০ দিনে ইহা নক্ষত্রের অনুপাতে একটি সম্পূর্ণ আবর্তন কম কবিবে। তাহা হইলে দেখা গেল আকাশে সূর্যের পূর্ব দিক হইতে পশ্চিম দিকে আঙ্গিক গতি ছাড়াও নক্ষত্রের অনুপাতে ইহা একটি পশ্চাদগতি আছে তাহাব পৰিমাণ প্রতিদিন 1° এবং ইহা পশ্চিম হইতে পূর্ব দিকে।

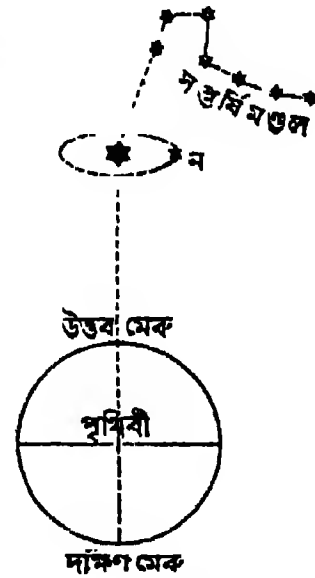
আমরা সাধারণত নক্ষত্র দেখিতে পাই বাত্ৰিকালে অর্থাৎ সূর্য যে সময়ে ক্ষতিজ্ব তলেব নিচে নামিয়া যায়। ঐ সময়ে সূর্য ক্ষতিজ্ব তলেব যেদিকে থাকে তাহাব বিপরীত দিকে নক্ষত্র দেখা দেয়। সূর্য এবং নক্ষত্রের মধ্যে ব্যবধান প্রত্যেক দিন 1° কবিয়া বাড়িতেছে, এক সময় যদি সূর্য হইতে একটি তাবকাব ব্যবধান 1৮০° থাকে, তবে ছয় মাস পবে সে ব্যবধান আব থাকিবে না, কাবণ ঐ সময়েব মধ্যে আবও 1৮০° ব্যবধান বাড়িয়া ৩৬০° হইবে, অর্থাৎ আকাশেব যে স্থানে সূর্য সেই স্থানেই ঐ নক্ষত্র থাকিবে, তখন ঐ নক্ষত্রটিকে দেখা যাইবে না। তাহা হইলে প্রত্যেক নক্ষত্রই এইকপে প্রত্যেক দিন আকাশে ইহাব অবস্থান পৰিবর্তন কবিত্তেছে। অতএব বৎসবেব বিভিন্ন সময়ে আকাশে বিভিন্ন তাবকা দেখা যাইবে।

বিবাত নীল আকাশেব কোথায় কি গ্রহ নক্ষত্র আছে বা থাকিত্তে পাবে তাহাব অবস্থান নির্দেশ কবিত্তে হইলে সমস্ত আকাশেব বিভিন্ন অংশেব সহিত পৰিচয় থাকা আমাদের যেমন প্রয়োজন তেমনই নক্ষত্র মণ্ডলীব সহিত পৰিচয় থাকা দবকাব। ভূপৃষ্ঠে যেমন গ্রাম, জেলা ইত্যাদি অক্ষাংশ এবং দ্রাঘিমাংশ সাহায্যে নির্দিষ্ট কবা হয়, আকাশেও ঐকপ কতকগুলি স্থান, বিন্দু ইত্যাদি নির্দিষ্ট কবিয়া লওয়া হয়। পবে ইহাদেব তুলনায় অপবগুলি চিনিয়া লওয়া হয়।

দেখা যায় জ্যোতিষ্কগুলিব আবর্তনকালে তাহাবা যে য়েখানেই যাউক না

কেন তাহাদের পৰস্পরের মধ্যে ব্যবধান সকল সময়েই ঠিক থাকে। কাজেই ইহাদের দুই একটি চিনিয়া বাখিলে তাহাদের অবস্থানের সহিত তুলনা করিয়া অপবগুলি বাহির করা যায়। নক্ষত্রগুলিকে এক একটি পৃথক ভাবে চিনিয়া বাখা অসম্ভব। কিন্তু যখন কয়েকটি নক্ষত্র মিলিয়া একটি কাল্পনিক চিত্রের আয় অবস্থান করে তখন তাহাদিগকে চিনিয়া বাখা সহজ হয়। যতগুলি নক্ষত্র মিলিয়া ঐ চিত্রটি প্রস্তুত করে তাহাদের সমষ্টিকে এক একটি **নক্ষত্রপুঞ্জ** (Constellation) বলা হয়। চিত্রের আকৃতি অনুযায়ী নক্ষত্রপুঞ্জগুলির নামকরণ হইয়া থাকে। কতকগুলি নক্ষত্র লইয়া কুবেরের আকার সৃষ্টি করিয়াছে বলিয়া মনে হয়, সেইজন্য ঐ কয়টি নক্ষত্রকে একসঙ্গে **শ্বা** (Dog) নক্ষত্রপুঞ্জ বলা হয়। তেমনি **সপ্তর্ষি মণ্ডল** (Constellation of Great Bear), **প্রশ্না** নক্ষত্রপুঞ্জ (Constellation of little dog) ইত্যাদি আছে। ইহাদের মধ্যে দুই একটিকে চিনিয়া বাখিলে অপবগুলিকে খুঁজিয়া বাহির করা যায়।

পূর্বেই বলা হইয়াছে পৃথিবীর নিজের অক্ষের চতুর্দিকে দৈনিক আবর্তন হেতু তাবাগুলিকে পূর্বদিকে উদিত হইয়া পশ্চিম দিকে অস্তমিত দেখা যায়, কিন্তু পৃথিবীর মেরুদণ্ড বরাবর উত্তর দিকে বর্ধিত করিলে ধ্রুবতারা উহার উপর পড়ে বলিয়া, ধ্রুবতারার একপাশে কোন গতি আছে বলিয়া মনে হয় না। এই ধ্রুবতারার কয়েকটি বৈশিষ্ট্য আছে বলিয়া ইহাকে চিনিয়া বাখা যায়, ইহা অপব নক্ষত্রের আয় আকাশের বিভিন্ন স্থানে ঘুরিয়া বেড়ায় না, এইজন্যই ইহার নাম ধ্রুবতারা। অনেকে ইহাকে অচলতারাও বলে। ইহা খুব বেশী উজ্জ্বল নহে।



২ নং চিত্র

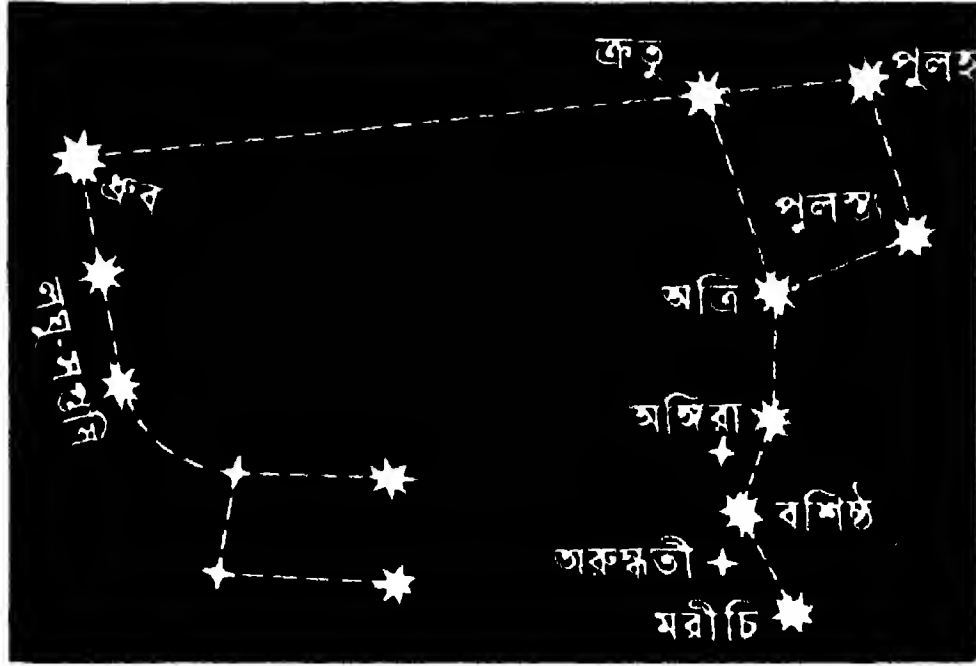
পার্শ্বের চিত্রে কোন এক বাস্তব পৃথিবী, ধ্রুব ধ্রুবতারা ও সপ্তর্ষিমণ্ডল নক্ষত্র এবং ধ্রুব নক্ষত্রের চতুর্দিকে ঘুরিয়াগমন অপব একটি নক্ষত্র **ন** এবং

সপ্তর্ষি মণ্ডল নামক নক্ষত্র পুঞ্জের অবস্থান দেওয়া গেল। আমাদের দেশে চৈত্র হইতে আশ্বিন মাস পর্যন্ত উত্তর আকাশের দিকে তাকাইলে লাক্ষ্যের ফলাব মত সাজানো সাতটি উজ্জ্বল নক্ষত্র দেখা যায়, উহাদিগকেই **সপ্তর্ষি মণ্ডল** (Great Bear) বলে। এই সপ্তর্ষি মণ্ডলের এক প্রান্তে কেবলমাত্র দুইটি তাবাকে এক রেখায় দেখা যায়। এই বেখাকে বর্ধিত করিলে উহা ধ্রুব তাবাকে প্রায় ছুঁইয়া যায়। ধ্রুবনক্ষত্রের দিক হইতে সপ্তর্ষি মণ্ডলের সাতটি নক্ষত্রের নাম, যথাক্রমে **ক্রতু, পুলহ, পুলস্ত্য, অত্রি, অজিরা, বশিষ্ঠ ও মরীচি**। বশিষ্ঠের নিকটে যে ক্ষুদ্র নক্ষত্রটি দেখা যায় তাহার নাম **অরুন্ধতী**। সাতটি ঋষির নামে নাম করা হইয়াছে বলিয়া ইহাকে সপ্তর্ষি বলা হয়। কিন্তু ইংবাজেরা এই সাতটি নক্ষত্রে একটি ভল্লকের চিত্র কল্পনা করিয়া ইহার নাম দিয়াছেন **Great Ber** বা **Ursa Major** নিবক্ষ প্রদেশ হইতে যতই উত্তর দিকে যাওয়া যাইবে, ধ্রুব নক্ষত্রকে ততই মাথার উপর উঠিতে দেখা যাইবে। অবশেষে উত্তর মেরুতে উহাকে ঠিক মাথার উপর দেখিতে পাওয়া যায়। আবার যদি উত্তর মেরু হইতে ক্রমাগত দক্ষিণ দিকে আসা হয় তবে উহাকে ক্রমাগত দিগন্তের দিকে নামিতে দেখা যাইবে এবং নিবক্ষ বৃত্তের উপর যাইলে ইহাকে ঠিক দিগন্তে মিশিয়া যাইতে দেখা যাইবে, নিবক্ষ বৃত্তের দক্ষিণে যাইলে ইহাকে আর দেখা যাইবে না।

চৈত্র বৈশাখ মাসে সন্ধ্যার সময় সপ্তর্ষি মণ্ডলকে উত্তরাংশে দেখা যায়। জ্যৈষ্ঠ মাস হইতে উহা ক্রমাগত একটু একটু করিয়া পশ্চিম দিকে হেলিয়া অবশেষে কার্তিক মাস হইতে দিগন্তের নিচে নামিয়া যায়। এই সপ্তর্ষি মণ্ডলকে ভাল করিয়া চিনিয়া রাখিলে ধ্রুবতারা চিনিতে কষ্ট হয় ন'।

পৃথিবীর অক্ষকে দক্ষিণ দিকে বর্ধিত করিলে উহা ধ্রুব নক্ষত্রের ন্যায় অপব একটি নক্ষত্রে গিয়া পৌঁছিতে। ইহার নাম **হ্যাডলীর অক্ট্যান্ট** (Hadley's Octant), ইহা কেবলমাত্র দক্ষিণ গোলার্ধেই দৃষ্ট হইয়া থাকে।

ঋতু তাবাব নিকটে ছয়টি নক্ষত্র লইয়া **লঘু সপ্তর্ষি** (The Little Bear) নামে একটি নক্ষত্র মণ্ডল আছে। ইহা সপ্তর্ষি মণ্ডলের দিকে অবস্থিত। ইহাব চাৰিটি



৩ নং চিত্র—ঋতুতারা, সপ্তর্ষি ও লঘু সপ্তর্ষি মণ্ডল

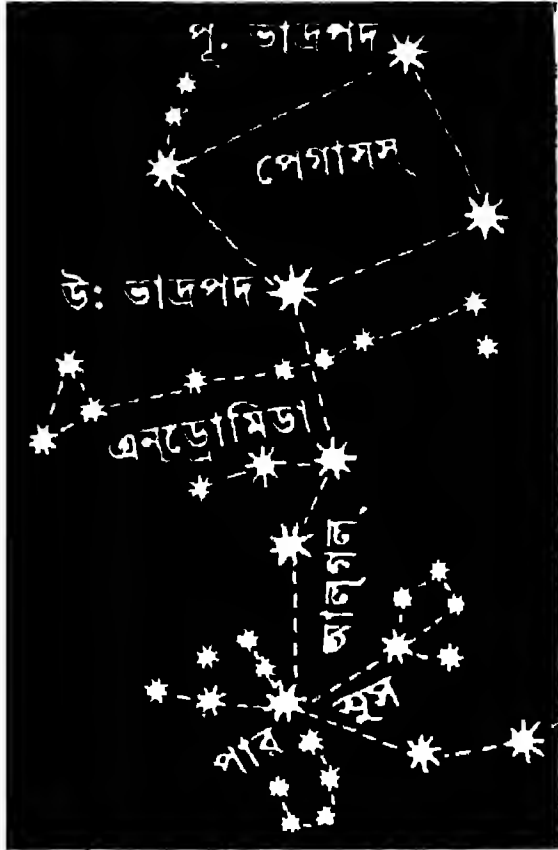
নক্ষত্র একটি চতুর্ভুজ সৃষ্টি করিয়া অবস্থিত আছে। অপব দুইটি, চতুর্ভুজের এক কোণেব একটি তাবকা হইতে ঋতুতাবাব দিকে প্রায় এক সৰল রেখায় অবস্থিত। চিত্রে ঋতু নক্ষত্র, সপ্তর্ষি ও লঘু সপ্তর্ষি মণ্ডল দেখান হইল। লঘু সপ্তর্ষিকে শিশুমাৰও বলা হইয়া থাকে। ইংবাজীতে ইহাকে Ursa Minorও বলা হয়।

ঋতু তাবাব যেদিকে সপ্তর্ষিমণ্ডল থাকে তাহাব বিপৰীত দিকে **ক্যাসিওপিয়া** (Cassiopeia) নামে পাঁচ নক্ষত্ৰেব একটি নক্ষত্র মণ্ডল আছে। কাৰ্তিক, অগ্রহাষণ মাসে যখন সপ্তর্ষি মণ্ডল দিগন্তেব নিচে নামিয়া যায় তখন ইহাবা দেখা দেয়।



৪ নং চিত্র—ক্যাসিওপিয়া

যখন সপ্তর্ষি মণ্ডল ধ্রুব তাবাব নিচে নামিয়া যায় তখন ক্যাসিওপিয়াব উত্তর পূর্ব দিক হইতে সাতটি নক্ষত্র লেজওয়ালা ঘুঁড়িব মত দেখা যায়। প্রথম



৫ নং চিত্র—পেগাসাস, অ্যান্ড্রোমিডা ও পারসুস

চাবিটি মিলিয়া ঘুঁড়ি ও বাকি তিনটি ঐ ঘুঁড়ির লেজের মত দেখায়। কিন্তু প্রথম চাবিটি নক্ষত্র মিলিয়া পেগাসাস (Pegasus) নামক নক্ষত্র পুঞ্জ এবং অপব তিনটি অ্যান্ড্রোমিডা (Andromeda) নামক পুঞ্জ সৃষ্টি করিয়াছে। তাবাব অ্যান্ড্রোমিডাব শেষ নক্ষত্রটির দুই পাশে দুইটি নক্ষত্র এবং আবও বয়েকটি নক্ষত্র লইয়া যে মণ্ডল তাহাব নাম পারসুস (Perseus)। চিত্রে একসঙ্গে উক্ত তিনটি মণ্ডলই দেখান হইল।

পেগাসাস মণ্ডলের তিন কোণের

তিনটি উজ্জল নক্ষত্রের নাম পূর্বভাদ্রপদ (Markab), গোপদ (Algenib) ও উত্তরভাদ্রপদ (Alpheratz)। যে নক্ষত্রটি পারসুস ও অ্যান্ড্রোমিডা দুই মণ্ডলের মধ্যে আছে তাহাব নাম আলগল (Algol) অর্থাৎ দৈত্য তাবা। ইহাব জ্যোতি প্রতি তিন দিন ধবিয়া হ্রাস বৃদ্ধি হয়। ইহাব বর্ণ যোব লাল।

আলগল তাবাব কিছু দূরে একসঙ্গে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র সাতটি তাবক। মিলিয়া সাতভাই বা কুন্ডিকা মণ্ডল (Pleiades) বচনা করিয়াছে।

পবে কালপুরুষের চিত্র দেওয়া হইল। আজর্জী (Betelgeux), বাণরাজা (Rigel) এবং কার্তিকেয় (Bellatrix) প্রমুখ আবও কতক

গুলি নক্ষত্র লইয়া যে মনুষ্যমূর্তি কল্পনা করা হয় তাহাই **কালপুরুষ** (Orion) নামক নক্ষত্র মণ্ডল। কাল্পনিক বেথা দ্বারা ইহাব নক্ষত্রগুলি যোগ করিলে শুধুই একটি মনুষ্য মূর্তি হইবে না, মনে হইবে ঐ মানুষটির কোমরে কোমববন্ধ, যেন তাহাতে তলোয়ার ঝুলান এবং হাতে ধনুক বহিয়াছে। শীতকালে অগ্রহায়ণ পৌষ মাসে সন্ধ্যাব পর্ব পূর্বাকাশে ইহাদিগকে দেখা যায় এবং ভোব বেলা পশ্চিমা-কাশে ডুবিয়া যায়। ঐ সময় কালপুরুষের পায়েব কাছে একটি অতিশয় উজ্জ্বল নক্ষত্র



৬ নং চিত্র—কালপুরুষ, লুদ্ধক, বোহিনী ও মাতভাই

দেখা যায়, তাহাব নাম **লুদ্ধক** (Sirius)। আকাশে যে সকল তারা দেখা যায় তাহাদের মধ্যে এইটি উজ্জ্বলতম। ইহা বৃহৎ কুকুর বা শ্বা মণ্ডলের (Canis-major) নক্ষত্র। এই মণ্ডলটিকে কালপুরুষের কুকুর বলিয়া কল্পনা করা হয়।

কালপুরুষের পূর্বদিকে **সরমা** (Procyon) নামক একটি উজ্জ্বল নক্ষত্র দেখা যায়। ইহা **ক্ষুদ্র কুকুর** বা **প্রশ্বা** (Canis minor) মণ্ডলের একটি নক্ষত্র।

প্রশ্বামণ্ডলের দক্ষিণে আছে **আর্গোনাভিস** (Argonavis) মণ্ডল। **অগস্ত্য** (Canopus) ইহাব প্রধান নক্ষত্র।

সপ্তর্ষি মণ্ডলের ক্রতু ও পুনহ নক্ষত্রকে সবল বেথাদ্বারা যোগ করিয়া বাড়াইয়া দিলে ইহা ধ্রুব নক্ষত্রে গিয়া পৌঁছায়। আরও বাড়াইয়া দিলে বেথাটি **লঘু সিংহ** (Leo minor) মণ্ডল নামক ছোট ছোট কতকগুলি নক্ষত্রের একটি মণ্ডলে গিয়া পৌঁছাবে।

এইবার সূর্যের আপাত পবিভ্রমণ পথের কাছাকাছি যে কয়টি নক্ষত্র মণ্ডল পড়ে তাহাদের পবিচয় লওয়া যাউক। আমরা সকলেই জানি সূর্য

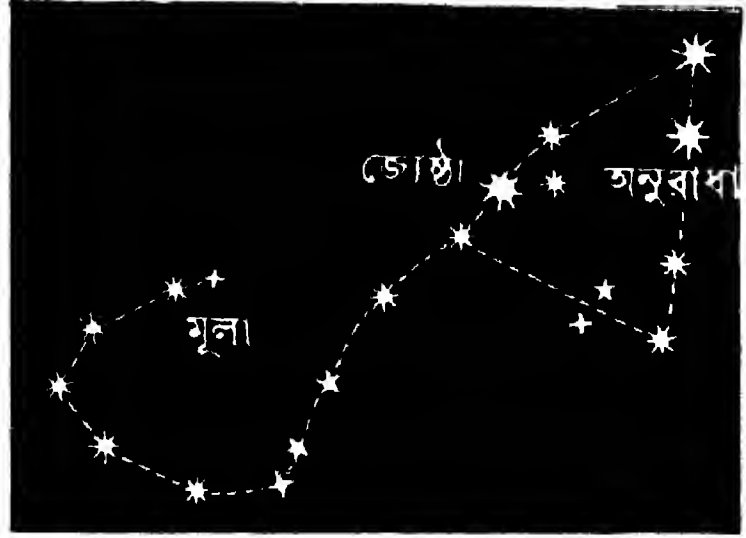


৭ নং চিত্র—লঘুসিংহমণ্ডল

প্রতিদিন এক স্থানে খাড়া ভাবে বিবর্ণ দেয় না, প্রত্যহ এক বৃত্ত পথে একটু একটু কবিয়া সবিয়া সাবা বৎসবে ঐ বৃত্ত অতিক্রম করে। বৃত্তটির নাম দেওয়া হইয়াছে **ক্রান্তি বৃত্ত** (Ecliptic)। এই বৃত্ত পৃথিবীর নিরক্ষ বৃত্তের সহিত ২৩½ ডিগ্রী কোণ কবিয়া অবস্থিত। এই বৃত্তকে বাবটি ভাগে বিভক্ত করা হইয়াছে। তাহা হইলে এক এক ভাগে সূর্য এক এক মাস অবস্থান করে। এই ভাগ গুলিকে এক একটি **রাশি** বলা হয়। বৈশাখ মাসে সূর্য যে রাশিতে থাকে তাহাব নাম **মেঘ** রাশি। পবে জ্যৈষ্ঠ মাসে **বৃষ** রাশিতে, আষাঢ় মাসে **মিথুন** রাশিতে এবং পব পব এইরূপ বিভিন্ন মাসে বিভিন্ন রাশিতে থাকে। সূর্যের এই পবিভ্রমণ পথে বাবটি রাশির এক একটিতে যে নক্ষত্র মণ্ডল বা নক্ষত্র আছে, তাহাদের সমষ্টিতে যে বস্তুর চিত্র কল্পনা করা যায় তাহাদের নামান্তরসাবে রাশিগুলির নামকরণ হইয়াছে। আবার নক্ষত্র মণ্ডল গুলির অন্তর্গত নক্ষত্র গুলিকে যোগ কবিয়া দিলে এক একটি মণ্ডলের যে কাল্পনিক চিত্র পাওয়া যাইবে সেই চিত্রের মূর্তি বিভিন্ন দেশে বিভিন্ন নামে অভিহিত হইয়া থাকে। কিন্তু নামের সহিত চিত্রের সাদৃশ্য অতি অল্পই দেখিতে পাওয়া যায়। তথাপি বহুকাল হইতে তাহাবা এই সকল নামে পবিচিত হইয়া আসিতেছে বলিয়া আজিও তাহাবা সেই সকল নামেই অভিহিত হইয়া থাকে।

সূর্যের পবিভ্রমণ পথে পূর্বোক্তরূপ সাতাশটি নক্ষত্রমণ্ডল বা সাতাশটি

ভাগ কল্পনা করা হয়। ইহাব এক এক ভাগে অশ্বিনী, ভবণী, কৃত্তিকা, বোহিণী প্রভৃতি এক একটি নক্ষত্রের অবস্থান কাল ধরা হয়। তাহা হইলে ১টি বাশি = $\frac{3}{4}$ নক্ষত্র = $2\frac{1}{4}$ নক্ষত্র। বৈশাখ মাস যেখান হইতে আবস্ত হয় সেখান হইতে মে মাস বাশি এবং অশ্বিনী নক্ষত্রের আবস্ত হয়। বৈশাখ মাসেই সূর্য দুইটি নক্ষত্র পাব হইয়া আর একটি নক্ষত্রের $\frac{1}{4}$ অংশ চলিয়া যায়। সূর্য বোন্



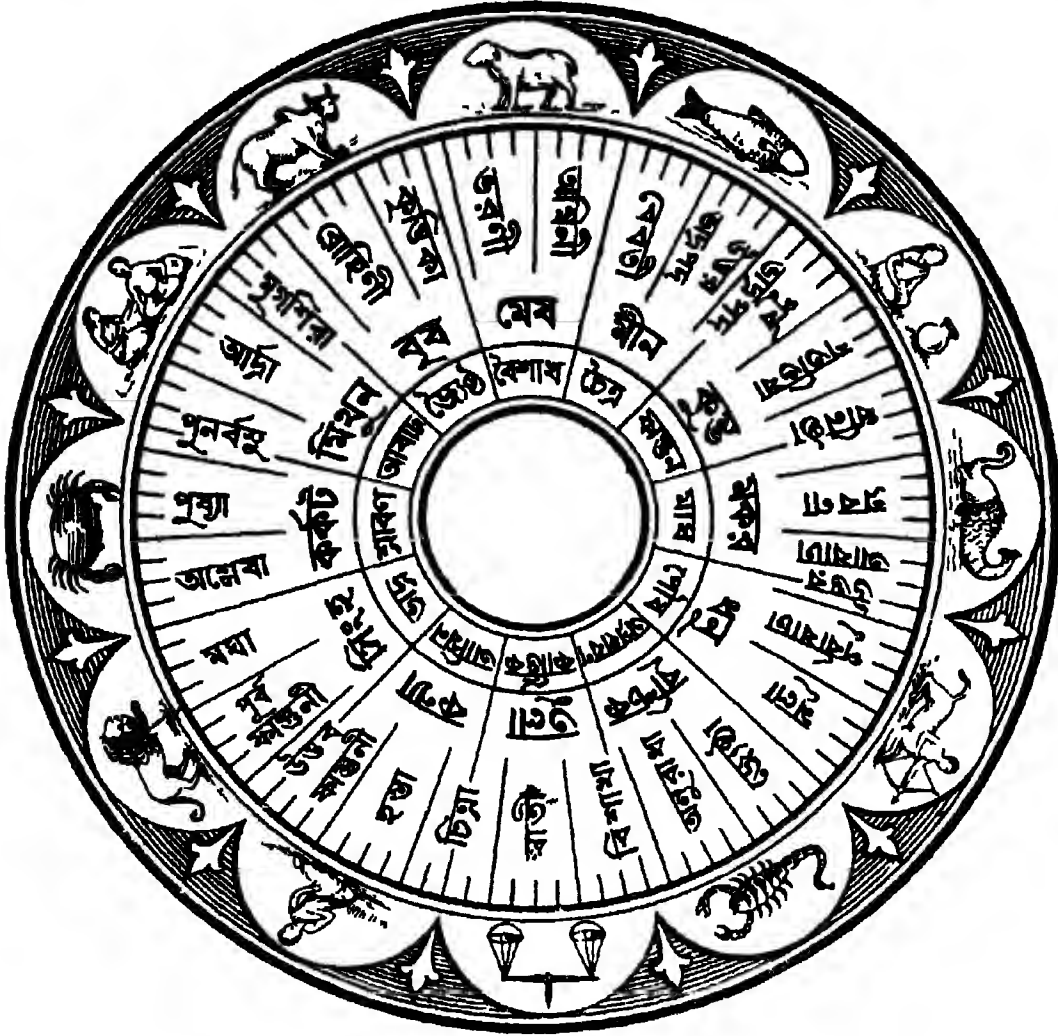
৮ নং চিত্র—রশ্মিক বাশি

মাসে কোন্ বাশি এবং কোন্ নক্ষত্রের সম্পূর্ণ ও কোন্ নক্ষত্রের মাত্র বাক অংশ পাব হইয়া যায় তাহাব একটি তালিকা ১৪শ পৃষ্ঠায় দেওয়া হইল।

পৃথিবীতে কোথায় কোন্ দেশ, নদী, পাহাড়, সাগর, হ্রদ, উপসাগর প্রভৃতি আছে জানিবাব জগৎ ভৌগোলিকগণ যেমন মানচিত্র প্রস্তুত করিয়াছেন, তেমনই আকাশের কোথায় কোন নক্ষত্র বা বাশি আছে তাহা জানিবাব জগৎ জ্যোতির্বিদগণ তাবকা ও নক্ষত্রের মানচিত্র প্রস্তুত করিয়াছেন। এই মানচিত্র সাহায্যে আকাশের নক্ষত্রগুলি সহজেই ধরা যায়।

পৃথিবীর মানচিত্র এবং আকাশের মানচিত্রে একটু প্রভেদ আছে। ভৌগোলিক মানচিত্রের ব্যবহার প্রণালী এবং আকাশের মানচিত্র ব্যবহার করিবাব প্রণালী একটু ভিন্ন। ভৌগোলিক মানচিত্র যখন যে ভাবেই রাখা হউক না কেন দক্ষিণ দিক পূর্ব, বাম দিক পশ্চিম, উপর দিক উত্তর এবং নিচের দিক দক্ষিণ দিক সূচিত হবে। কিন্তু আকাশের মানচিত্রের সঙ্গে আকাশের তাবাব অবস্থান মিলাইতে হইলে মানচিত্র খানিকে মাথার উপর

বাথিয়া মানচিত্রের লিখিত দিক গুলি যথাক্রমে আকাশের দিক গুলির সঙ্গে মিলাইতে হয়। কিন্তু এ অবস্থায় মানচিত্র দেখা অসুবিধা জনক। কাজেই



২ নং চিত্র—রাশি চক্র

মানচিত্র থানি চোখেব সামনে ধবিলে আকাশের দিক হইতে ইহাব দিকগুলি অণুকপ হইয়া যাব। তাই উত্তর আকাশের নক্ষত্র দেখিতে হইলে উত্তর দিকে মুখ কবিয়া বসিয়া সামনে মানচিত্র থানি এমন ভাবে ধবিতে হয় যেন মানচিত্রের উত্তর দিক মানচিত্র দর্শকের কোলের দিকে থাকে। এই অবস্থায় মানচিত্রে লিখিত দক্ষিণ, পূর্ব ও পশ্চিম দিকগুলি যথাক্রমে আকাশের উত্তর, পূর্ব ও পশ্চিম দিকের সঙ্গে মিলিয়া যাইবে। এখন মানচিত্রের উপরের অর্ধ দ্বারা দক্ষিণ আকাশ এবং নিচের অর্ধ দ্বারা উত্তর আকাশ নির্দিষ্ট হয়।

মাস রাশির বাংলা ইংরাজী নক্ষত্র
ও আববী
নাম।

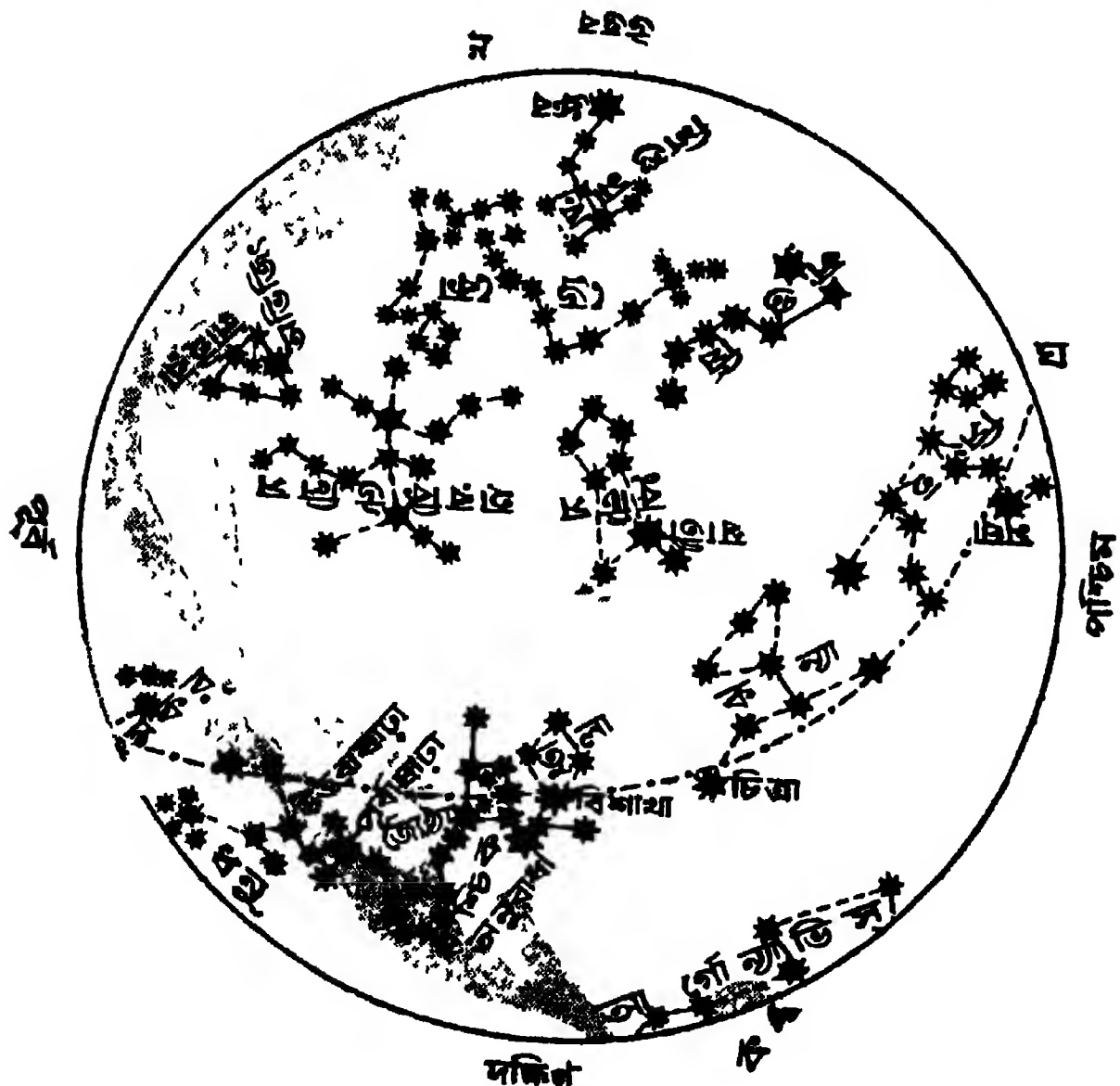
মাস রাশির বাংলা ইংরাজী নক্ষত্র
ও আববী
নাম।

বৈশাখ	মেঘ	{ অশ্বিনী ভবলী কৃত্তিকাবৰ্ণ (Pleiades)	কার্তিক	তুলা	{ চিত্রার ১ স্বাতী বিশাখাব ৩
	Aries			Libra	
	হামল			মিয়ান	
জ্যৈষ্ঠ	বৃষ	{ কৃত্তিকাব ৩ বোহিনী (Hyades) মৃগশিরাব ১	অগ্রহায়ণ	বৃশ্চিক	{ বিশাখাব ৩ অনুবাধা জ্যোষ্ঠা (Antares)
	Taurus			Scorpio	
	সত্তব			আকবব	
আষাঢ়	মিথুন	{ মৃগশিরাব ১ আর্দ্রা (Betelgeux) পুনবস্বব ৩ (Pollux)	পৌষ	ধনু	{ মূলা পূবামাঢ়া উত্তরামাঢ়াব ৩
	Gemini			Sagittarius	
	ষওষা			কওস	
শ্রাবণ	কর্কট	{ পুনর্বস্বব ৩ পুশ্চা অশ্লেষা	মাঘ	মকব	{ উত্তরামাঢ়াব ৩ শ্রবণা (Altair) বনিষ্ঠাব ১
	Cancer			Capricornus	
	সবতাল			জদি	
ভাদ্র	সিংহ	{ মঘা (Regulus) পূর্বফাল্গুনী উত্তরফাল্গুনীর ৩ (Denebola)	ফাল্গুন	কুন্ত	{ ধনিষ্ঠাব ১ শতভিষা পূর্বভাদ্রপদেব ৩ (Markab)
	Leo			Acquarius	
	আসদ্			দলাও	
আশ্বিন	কন্যা	{ উত্তরফাল্গুনীর ৩ হস্তা চিত্রার ১ (Spica)	চৈত্র	মীন	{ পূর্বভাদ্রপদেব ৩ উত্তরভাদ্রপদ (Alpheratz) বেবতী
	Virgo			Pisces	
	সম্বালা			হস্ত	

১ নং চিত্রে মাস, রাশি ও নক্ষত্রের নাম সাজাইয়া দেখান হইল।

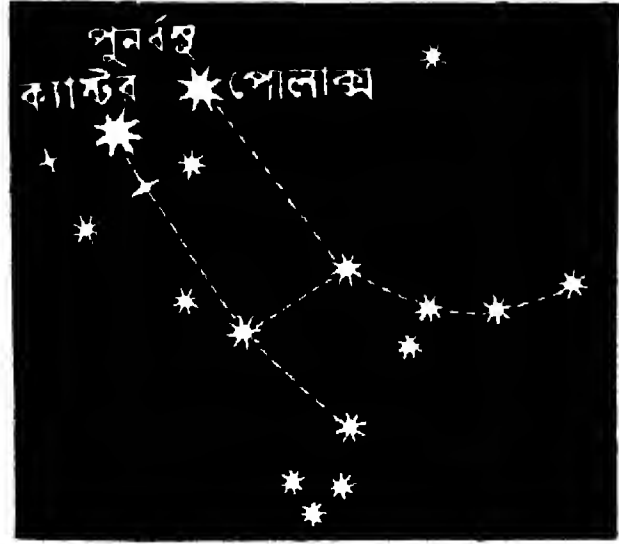
দক্ষিণ আকাশেব নক্ষত্র দেখিতে হইলে বিপবীত উপায় অবলম্বন
কৰিতে হয় ।

বৈশাখ মাসের শেষ সপ্তাহ হইতে জ্যৈষ্ঠ মাসের প্রথম সপ্তাহ পর্যন্ত
আকাশের সপ্তর্ষি মণ্ডল, শিঙমাষ, লাইবা, হাবকিউলিস, ড্রেকো মণ্ডল,

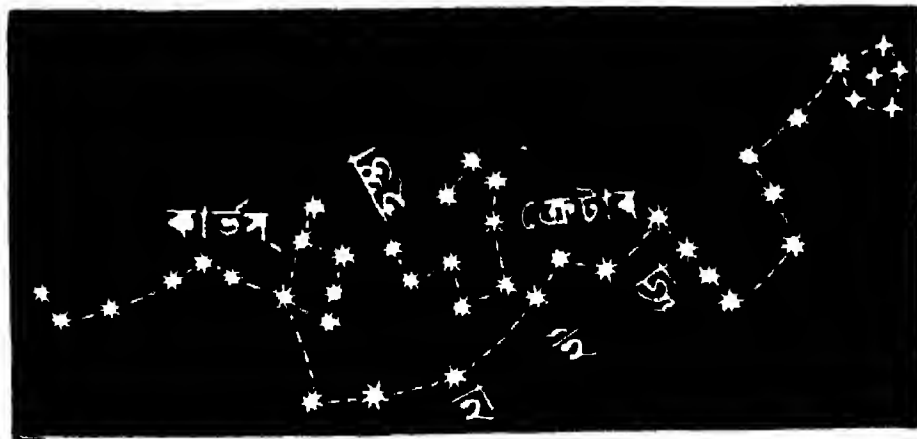


ধনুবাশি, মকর রাশি প্রভৃতি নক্ষত্রগুলি আকাশে যেকপ দেখা যায় তাহাদের অবস্থান নিম্নলিখিত মানচিত্র হইতে অনুমান কবিয়া লইতে পারা যায়।

বৈশাখ মাসেব বাত্রিতে আকাশের প্রায় মধ্যস্থলে সিংহ বাশি দেখা যায়। সিংহেব মুখেব দিকে মঘা ও লেজে উত্তরফাল্গুনী নক্ষত্র। সিংহ বাশির পবে কর্কট ও মিথুন বাশি। মিথুন বাশিব দুইটি উজ্জল নক্ষত্র, একটি ক্যাস্টর (Castor) ও অপবটি পুনর্বস্তু (Pollux)। সিংহ বাশিব যে দিকে কর্কট ও মিথুন তাহাব বিপরীত দিকে কন্যা ও তুলা বাশি। কন্যা বাশিব উজ্জল নক্ষত্রটির নাম চিত্রা (Spica)। সিংহ বাশিব নিচেব দিকে হাইড্রা (Hydra) মণ্ডল। ইহাকে দেখিতে অনেকটা সাপেব মত। ইহাব প্রধান নক্ষত্র অশ্লেষা।



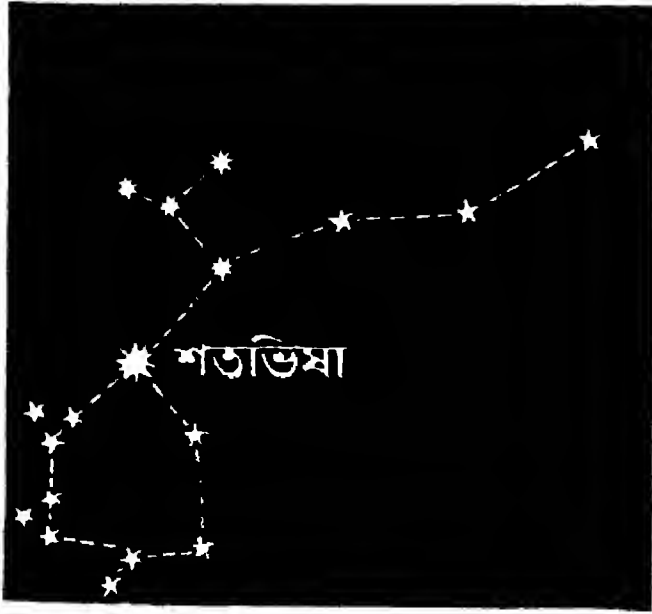
১১ নং চিত্র—মিথুন রাশি



১২ নং চিত্র—হাইড্রামণ্ডল

অবশ্য অশ্লেষা নক্ষত্র কর্কট বাশিব অন্তর্গত। কন্যা রাশিব উত্তর পূর্ব দিকে

বুটিস (Bootes) এবং তাহাব উত্তর পূর্বদিকে হার্কিউলিস (Hercules) মণ্ডল। বুটিসের প্রধান নক্ষত্র স্বাতী (Arcturus)। প্রবাদ আছে স্বাতী নক্ষত্রের জল বাঁশ গাছেব উপর পড়িলে বংশলোচন নামক পদার্থ এবং সাপেব মাথায় পড়িলে মণি হয়। হার্কিউলিসের উত্তর পূর্বদিকে লাইরা (Lyra) মণ্ডল, অভিজিত (Vega) ইহাব প্রধান নক্ষত্র। তুলা বাশিব নিচে বৃশ্চিক বাশি এবং ইহাব উজ্জ্বলতম নক্ষত্রটির নাম জ্যেষ্ঠা (Antares)। জ্যেষ্ঠা নক্ষত্রের রং একটু লালভাষুক্ত। বৃশ্চিক বাশিব দক্ষিণে সেন্টরাস (Centaurus) মণ্ডল। আলফা সেন্টরি (Alfa centauri), বিটা সেন্টরি (Beta centauri) এবং প্রক্সিমা সেন্টরি (Proxima centauri) নামক নক্ষত্রগুলি ইহাব অন্তর্গত। প্রথমোক্ত দুইটি উজ্জ্বল, শেষোক্তটি পৃথিবীর



১০ নং চিত্র - কুম্ভরাশি

নিকটতম নক্ষত্র। বৃশ্চিক বাশিব পূর্ব পাশে ধনু-রাশি এবং তাহাব উত্তরে একুইলা (Aquila) মণ্ডল। ইহাব উজ্জ্বল নক্ষত্রটির নাম শ্রবণা (Altair)। ধনুবাশিব পূর্বদিকে মকর ও কুম্ভ-রাশি, এই বাশি দুইটিতে উজ্জ্বল নক্ষত্র নাই।

কুম্ভের উত্তরে পেগাসস্,

ইহাব কথা পূর্বে বলা হইয়াছে। মকর বাশিব দক্ষিণে পিসিস (Pisces) মণ্ডল, ইহাব উজ্জ্বল নক্ষত্রের নাম ফোমালহাট্ (Fomalhaut)। কুম্ভবাশিব পূর্বদিকে মীনরাশি (Pisces), তাহাব উত্তর পূর্বদিকে মেঘ এবং মেঘ বাশিব পূর্বদিকে বৃষ বাশি। মেঘ রাশিব প্রধান নক্ষত্রটির নাম অশ্বিনী

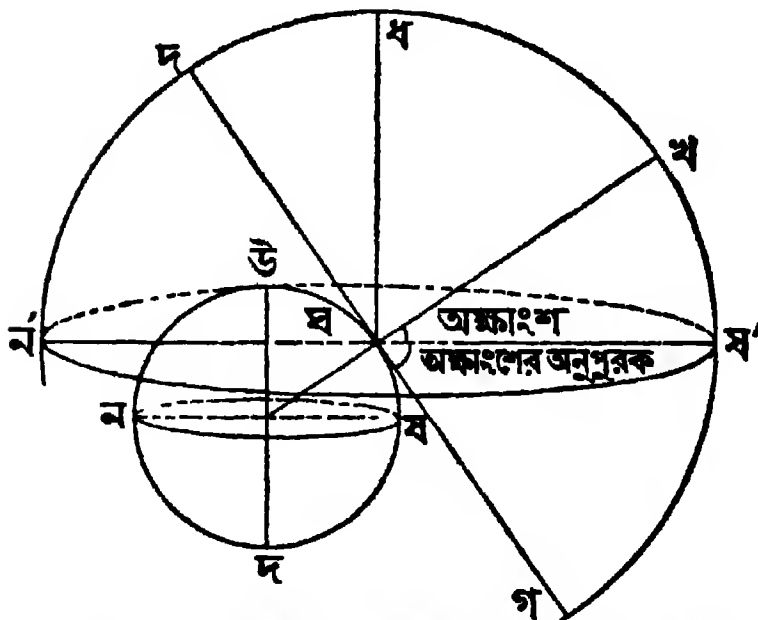
অপর নক্ষত্রগুলি সূর্যের জ্যোতিষ নিকট নিম্নভ হইয়া যায় বলিয়া দেখা যায় না।

বৎসরের বিভিন্ন সময়ে আকাশের বিভিন্ন অংশে বিভিন্ন নক্ষত্র দেখা যায়। এবং তাহাদের একটির তুলনায় অপরটির অবস্থান না বদলাইলেও আকাশের বিভিন্ন অংশে তাহারা প্রত্যহই সবিয়া যায় বলিয়া আকাশের মানচিত্র বৎসরের বিভিন্ন সময়ানুসারে বিভিন্ন হইয়া থাকে।

অগ্রহায়ণের মাঝামাঝি হইতে পৌষ মাসের মাঝামাঝি পর্যন্ত নক্ষত্রগুলির মোটামুটি অবস্থান পূর্ব পৃষ্ঠায় দেখান হইল।

প্রতিদিন যেমন আকাশে নক্ষত্রের অবস্থান পরিবর্তিত হইতেছে, তেমনই পৃথিবী পৃষ্ঠের বিভিন্ন স্থানের আকাশ বিভিন্নরূপে দেখা যাইবে। নিবক্ষ-প্রদেশের আকাশ যেকপ দেখাইবে মেকপ্রদেশের আকাশ সেকপ দেখাইবে না। কোন স্থানের আকাশের চিত্র অঙ্কিত করিতে হইলে নিম্নলিখিতরূপ উপায় অবলম্বন করিতে হয়।

মনে কবা যাউক চিত্রের ছোট বৃত্তটি পৃথিবী, উ এবং দ যথাক্রমে ইহার



উত্তর মেরু এবং দক্ষিণ মেরু এবং ন, ঘ ইহার নিবক্ষবৃত্ত ও ক ইহার কেন্দ্র। ইহার উপর ঘ স্থানের আকাশ অঙ্কিত করিতে হইবে।

কখ যোগ করিয়া খ পর্যন্ত বর্ধিত কবা হইল। ঘ দিয়া ঘখ এব সহিত সমকোণী ভাবে দগা বেখা টানা হইল।

১৫ নং চিত্র—কোন স্থানের আকাশ অঙ্কিত করিবার প্রণালী

ইশাই ঘ স্থানের দিগন্ত বেখা। এক্ষণে ঘকে কেন্দ্র করিয়া এবং ঘগ্ন—

দৃষ্টি-স্বথকে ব্যাসার্ধ লইয়া যে বৃত্ত আঁকা যায় তাহাই স্ব স্থানের আকাশ।

উ ক এব সহিত সমান্তরাল কবিয়া স্বথ বেখা যেখানে আকাশে ঠেকিয়াছে বলিয়া মনে হয় সেই স্থানে ধ্রুব তাবাকে দেখা যাইবে।

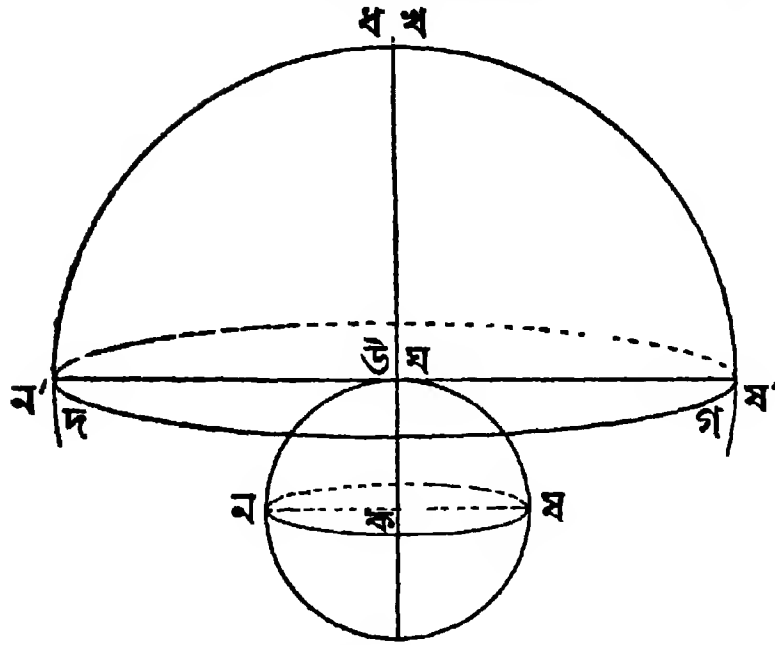
তাহা হইলে স্ব হইতে আকাশের মাত্র দধখগ অংশ দৃষ্ট হইবে। এইবাব যদি নম এব সমান্তরাল কবিয়া আকাশ গোলকে অদৃষ্টাংশ ন এবং দৃষ্টাংশস্থ স্ব দিয়া একটি বৃত্ত কল্পনা করা হয় তাহা নৈসর্গিক নিরক্ষ বৃত্ত (Celestial equator)। ধ্রুবতাবাব অবস্থান নির্দেশ করিবে।

ক্রান্তি বৃত্ত নৈসর্গিক নিরক্ষ বৃত্তের সহিত সমান্তরাল। দিগ্বলয় এবং নিরক্ষবৃত্ত পবম্পব যেখানে ছেদ কবিয়াছে সূর্য একদিন সেই বিন্দুতে উদিত হইবে। সেদিন ক্রান্তিবৃত্তের তল এবং নিরক্ষবৃত্তের তল এক হইয়া যাইবে। সেদিন যতক্ষণ সূর্য ক্ষিতিজ তলের উপরে থাকিবে ততক্ষণ নিচে থাকিবে। কাজেই সেদিন, দিন, বাত্রি সমান হইবে। তাহাব পব ক্রমে সবিয়া সূর্য একদিন এমন স্থানে আসিবে যেখানে সূর্য কেবলমাত্র ক্ষিতিজ তলের নিচেই থাকিবে। অতএব তখন সেখান হইতে যত বেশী অক্ষাংশে যাওয়া যাইবে ততই সেখানে কেবল দিন পাওয়া যাইবে। তাহাব পব ফিবিয়া সূর্য পুনবায় পূর্বোক্ত স্থানে আসিবে যেখানে দিন বাত্রি সমান। তাহাব পব ক্রমে আবণ্ড এমন স্থানে যাইবে যেখান হইতে কেবলমাত্র বাত্রি আবণ্ড হইবে।

চিত্র দেখিলে মনে হইবে সূর্যের দৈনিক পথ এক একটি আলাদা বৃত্ত, কিন্তু তাহা নহে। প্রত্যহ অল্প অল্প সবিয়া সূর্যের পথ কুণ্ডলিত (Spiral) আকাবেব হয়।

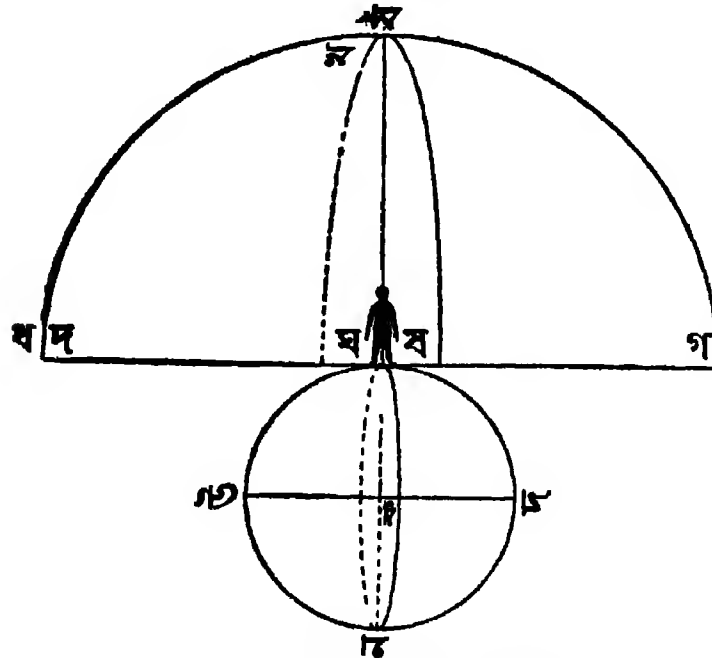
উত্তর মেরুর আকাশ :—১৬ নং চিত্রে দেখ এখানে ধ্রুব বিন্দু এক হইয়া যায় অর্থাৎ নিরক্ষবৃত্ত এবং ক্ষিতিজ তল বা দিগ্বলয় এক হইয়া যায়। অতএব সূর্য ক্রমাগত ছয়মাস ক্ষিতিজ তলের উপরে থাকিবে এবং ক্রমাগত ছয়মাস ক্ষিতিজ তলের নিচে থাকিবে। অতএব এখানে ছয়মাস ক্রমাগত দিন এবং

ছয়মাস ক্রমাগত বাত্ৰি। এখানে ধ্রুবতাবাকে ঠিক মাথার উপর দেখা যাইবে



১৬ নং চিত্র—উত্তর মেরুর আকাশ

নিরক্ষ প্রদেশের আকাশ :—এখানে দিগন্ত ধ্রুবতাবার উপর দিয়া



১৭ নং চিত্র—নিরক্ষ প্রদেশের আকাশ

গিয়াছে বলিয়া মনে হয়। তাই নিরক্ষ প্রদেশে ধ্রুবতাবা চক্রবালের ঠিক উত্তর

বিন্দুতে থাকে। সূর্য প্রত্যহই যতক্ষণ চক্রবালের উপর থাকে ততক্ষণ ইহাব নিচে থাকে। কাজেই এই প্রদেশে বাবোমাস দিনবাত্রি সমান।

সংক্ষেপ :—আমাদের মাথার উপরে যে অসীম নীল শুষ্ক চাবিদিকে ভূমি স্পর্শ কবিয়াছে বলিয়া মনে হয় তাহাকে আমরা আকাশ বলি এবং ইহাতে যে অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র আলোকমালা দেখা যায় তাহাদিগকে সাধারণত জ্যোতিষ্ক বলি। জ্যোতিষ্কগুলির মধ্যে যেগুলি উজ্জ্বলতর এবং স্থিতি তাহারা গ্রহ এবং যেগুলি মিটমিট করিয়া জ্বলিতেছে বলিয়া মনে হয় সেগুলি নক্ষত্র। গ্রহগুলি দূরবীণে বড় দেখায় কিন্তু নক্ষত্রগুলি খালি চোখে যেমন দেখায় দূরবীক্ষণ সাহায্যে তেমনই দেখায়। গ্রহ বা নক্ষত্র ক্ষুদ্র দেখাইলেও ইহাদের এক একটির আয়তন এমন বড় আছে যে তাহারা পৃথিবী অপেক্ষা বহু লক্ষ গুণ বড়। অত্যধিক দূরে থাকে বলিয়া এত ক্ষুদ্র দেখায়। পৃথিবীর নিকটতম জ্যোতিষ্ক প্রক্টিমো সেন্টবির আলোক পৃথিবীতে আসিতে ৪½ বৎসর লাগে। অথচ আলোক প্রতি সেকেন্ডে ১৮৬০০০ মাইল যায়। এমন জ্যোতিষ্ক আছে যাহার আলো পৃথিবীর জন্মের পূর্বে হইতে এখনও পৃথিবীতে আসিয়া পৌঁছিতে পারে নাই। সূর্য একটি বিরাট জ্যোতিষ্ক। মহাকর্ষের বলে ইহা কতকগুলি গ্রহকে টানিয়া আপনার চারিদিকে ঘুরাইতেছে। আবার গ্রহগুলি আপনাপন উপগ্রহগুলিকে আপনার চারিদিকে ঘুরাইতেছে। আকাশে নীহারিকা, ছায়াপথ, উল্কা, ধূমকতু প্রভৃতি দেখা যায়। সূর্য, গ্রহ ও উপগ্রহ লইয়া একটি সৌর জগৎ। ব্রহ্মাণ্ডে একপ কত সৌর জগৎ আছে বলা যায় না। খালি চোখে মাত্র ছয় সাত হাজার জ্যোতিষ্ক দেখা যায়। দূরবীক্ষণ সাহায্যে তদপেক্ষা অধিক জ্যোতিষ্ক দেখা যায়, কিন্তু আবও যে কত অদৃশ্য জ্যোতিষ্ক আছে তাহার সংখ্যা নাই।

পৃথিবী এবং নক্ষত্রকে কেন্দ্র করিয়া ঘবিত্তছে বলিয়া আপাত দৃষ্টিতে আমবা দেখি নক্ষত্রগুলি ২৩ ঘণ্টা ৫৬ মিঃ ৪ সেকেন্ডে একবার এবং নক্ষত্রের চাবিদিকে ঘবে। ইহাদের গতি পূর্ব হইতে পশ্চিমে। সূর্যের পূর্ব দিক হইতে পশ্চিম দিকেব আফ্রিক গতি ছাড়াও নক্ষত্রের অনুপাতে ইহাব একটি বিপরীত গতি আছে—তাহা প্রত্যহ ১° ডিগ্রী। এই পশ্চাৎগতির জন্ত বৎসরের বিভিন্ন সময়ে আকাশে নক্ষত্রগণের অবস্থান এককপ থাকে না। অথচ জ্যোতিষ্কগুলিব পরস্পরের মধ্যে ব্যবধান একই থাকে। তাই একটি নক্ষত্র বা নক্ষত্রপুঞ্জ চিনিয়া স্থির কবিতে পারিলে তাহার অনুপাতে আকাশের কোন্ অংশে কোন্ গ্রহ বা নক্ষত্র থাকিবে চিনিয়া লইতে পারা যায়। সপ্তর্ষিমণ্ডলের শেষ দুইটি নক্ষত্র যোগ করিয়া সেই বেখা বর্ধিত করিলে ধ্রুবনক্ষত্র স্পর্শ কবে। সপ্তর্ষিব অনুপাতে লঘু সপ্তর্ষি, শ্রা, প্রশ্না, কালপুরুষ

প্রভৃতি মণ্ডল চিনিয়া লওয়া যায়। নক্ষত্র মণ্ডল গুলির অন্তর্গত এক একটি নক্ষত্রেরও আবার নাম বিভিন্ন। অনেক সময় নক্ষত্র মণ্ডলকেও কেবলমাত্র নক্ষত্র বলা হয়। সূর্য সারা বৎসরে যে যে স্থানে খাড়া ভাবে কিরণ দেয় সেই স্থানগুলি যোগ করিয়া যে বৃত্ত কল্পনা করা হয় তাহাকে বাব ভাগ করিয়া এক একটি ভাগকে রাশি বলা হয়। বারটি রাশি আবার ২৭টি নক্ষত্রের সমান। সুতরাং এক রাশি সমান $২\frac{১}{৩}$ নক্ষত্র। সূর্য বৈশাখ মাসে মেষ রাশিতে থাকে এবং বৈশাখ মাসের মধ্যে সে অশ্বিনী, ভরণী নক্ষত্র পাব হইয়া কৃত্তিকার $\frac{১}{৩}$ অংশ অতিক্রম করে। আকাশের মানচিত্রে সাহায্যে কখন কোথায় কোন নক্ষত্র দেখিতে পাওয়া যায় তাহা স্থির করিতে পাওয়া যায়। চিত্রে কোন স্থানের আকাশ আঁকিতে হইলে সে স্থানের অক্ষাংশ জানা দবকাব।

প্রথম প্রশ্নমালা

১। নিম্নলিখিতগুলি বলিতে কি বুঝ লিখ:—আকাশ, জ্যোতিক, গ্রহ, নক্ষত্র, ছায়াপথ, রাশি। (What do you understand by—The sky, heavenly bodies, planets, stars, milky way and zodiac ?)

২। নক্ষত্রের আকার, দূরত্ব, সংখ্যা প্রভৃতি সম্বন্ধে কি জান লিখ। সৌর জগৎ কাহাকে বলে? (Write what you know about the shape, size and distance from the sun of the stars. What is a solar system ?)

৩। চিত্র সাহায্যে ধ্রুবতারা ও সপ্তর্ষিমণ্ডলের অবস্থান দেখাইয়া দাও। (Show the positions of the Pole star and the Great Bear with the help of a diagram)

৪। নিম্নলিখিত নক্ষত্র বা নক্ষত্রমণ্ডলগুলির অবস্থান আকাশের কোথায় এবং তাহাদের আকৃতি কিরূপ তাহা চিত্র সাহায্যে দেখাইয়া দাও:—কালপুরুষ, ক্যাসিওপিয়া ও লঘুসপ্তর্ষি। (Show by a diagram the position and appearance of the following stars or constellations in the sky.—Orion, Cassiopoea and Little Bear.)

৫। রাশিচক্র আঁকিয়া কোন্ রাশিতে সূর্য কোন্ মাসে অবস্থান করে এবং কোন্ কোন্ নক্ষত্র ও কোন্ নক্ষত্রের কত অংশ লইয়া এক একটি রাশি হয় তাহা বুঝাইয়া দাও। (Draw the zodiacal circle and show the position of the sun in different months with their corresponding stars)

৬। বৎসবেব সকল সময়ে আকাশেব নির্দিষ্ট স্থানে একটি নির্দিষ্ট নক্ষত্র দেখা যায় না কেন তাহার কারণ বিস্তৃত ভাবে লিখ। (Explain in detail why a certain star is not found in a certain fixed place in the sky throughout the year)

৭। নক্ষত্রের অনুপাতে প্রতিদিন সূর্যেব 1° ডিগ্রী পশ্চাদ্গতি বলিতে কি বুঝ লিখ। (What do you understad by the retrograde motion of the earth with respect to the stars at the rate of 1° per day ?)

৮। কলিকাতাব (২২ 5° ডিগ্রী উত্তর অক্ষাংশ) আকাশ অঁকিয়া দেখাও। Draw the diagram of the sky of Calcutta (Lat. $22\ 5^\circ$ N)

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ

গ্রহ চিনিবার জন্য পঞ্জিকা

পূৰ্ব পৰিচ্ছেদে বাশিগুলি চিনিবাব উপায় বাণত হইয়াছে। এক্ষণে গ্রহ-গুলি কিকপে চিনিতে পাবা যায় দেখা যাউক। পঞ্জিকায় প্রত্যেক দিনেব গ্রহগুলিব অবস্থান নিম্নোক্তরূপে দেওয়া থাকে। মনে কৰা যাক সন ১৩৪৭ সালেব ১১ই পৌষ তাৰিখে গ্রহগুলিব অবস্থান পঞ্জিকায় নিম্নলিখিতরূপে দেওয়া আছে।

মং ৬২৯।৮।২৩

বু ৮।৩।৫২।১৮

বু ০।১৩।৪।৫৪

শু ৭।১৪।২।১২

শ ০।১৪।২৪।৪৪

ইহাতে বুঝিতে হইবে যে প্রথম সংখ্যাটি দ্বাৰা গ্রহগুলি মেঘবাশি হইতে আবস্ত কৰিয়া ক্ৰমে বুধ, মিতুন, কৰ্কট প্রভৃতি যে বাশি পাব হইয়াছে তাহাব ক্ৰমিক নম্বৰ, এবং বাকি পব পব তিনিটি সংখ্যা, গ্রহটি উক্ত বাশিব যথাক্ৰমে কত ডিগ্রী, মিনিট ও সেকেণ্ড পথ অতিক্ৰম কৰিয়াছে তাহা নির্দেশ কৰে।

উপৰে মঙ্গলেব পাশে ৬ প্রথম সংখ্যা। ইহাতে বুঝিতে হইবে মঙ্গলগ্রহ মেঘ বাশি হইতে ৬টি বাশি পাব হইয়া তুলা বাশিতে অবস্থান কৰিতেছে। ক্ৰান্তি বৃত্ত, ইহাব কেন্দ্ৰে মোট ৩৬০ ডিগ্রী কোণ উৎপন্ন কৰিয়া অবস্থিত। ১২ মাসে সূৰ্য এই পথ অতিক্ৰম কৰে—কাজেই এক মাসে সূৰ্য $৩৬০ - ১২ = ৩০$ ডিগ্রী পথ অতিক্ৰম কৰে। অতএব এক এক বাশি ক্ৰান্তিবৃত্তেব কেন্দ্ৰে ৩০° ডিগ্রী কোণ উৎপন্ন কৰিয়া অবস্থিত। মঙ্গল গ্রহেব পাশে দ্বিতীয়, তৃতীয় এবং চতুৰ্থ সংখ্যাগুলি দ্বাৰা ইহাই সূচিত হইতেছে যে ঐ পর্যন্ত মঙ্গল গ্রহেব মোট

৩০° পথেব মাত্র ২৯ ডিগ্রী ৮ মিনিট ও ২৩ সেকেণ্ড পথ মঙ্গল গ্রহ কর্তৃক অতিক্রান্ত হইয়াছে। একটি পবিচিত বাশি পূর্ব পবিচ্ছেদে বর্ণিত উপায়ে বাহিব কবিয়া সহজেই মঙ্গল গ্রহকে খুঁজিয়া বাহিব কবা যাইতে পাবে। এইরূপে অন্যান্য গ্রহগুলিকেও খুঁজিয়া বাহিব কবা যায়।

কিন্তু কোন একদিন সূর্য যে বাশিতে থাকে সেদিন সে রাশিতে যে গ্রহ থাকে তাহাকে দেখিতে পাওয়া যায় না, সূর্যেব ঔজ্জ্বল্য ইহাকে ঢাকিয়া ফেলে। উক্ত তাবিধে ঐ গ্রহকে বাত্রে আকাশে দেখা যাইবে না। কারণ ঐ দিন সূর্য ঐ বাশিতে অবস্থান কবে। এই গ্রহকে আকাশে খুঁজিয়া বাহিব কবিতে হইলে কিছুদিন অপেক্ষা কবিতে হইবে। যখন সূর্য এবং উক্ত গ্রহেব অবস্থান বিভিন্ন বাশিতে হইবে তখনই গ্রহটিকে দেখা যাইবে। কোন একদিন কোন নক্ষত্র দেখিতে হইলে সেদিন সূর্যাস্তকালে সূর্যেব নিকট যে বাশি থাকে তাহাব পববর্তী যে কয়েকটি বাশি আকাশে দেখা যাইবে তাহাব মধ্যে ইহা থাকিলে তবেই দেখা যাইবে।

জন্ম পত্রিকা প্রস্তুত কবিবাব সময় আগবা জাতকেব লগ্ন নিকপণ কবিবাব সময়ে দেখি যে জাতকেব জন্ম সময়ে কোন্ বাশি পৃথিবীর সহিত পূর্বাকাশে লগ্ন থাকে, অর্থাৎ উদিত হয়। ঐ সময়ে যে বাশি উদিত হয় তাহাই জাতকেব লগ্ন। জন্ম সময়েব চন্দ্র যে বাশিতে থাকে তাহাই জাতকেব বাশি এবং ঐ সময়ে চন্দ্র যে নক্ষত্রে থাকে তাহাই জাতকেব নক্ষত্র। অতএব দেখা যাইতেছে হিন্দুদিগেব কোষ্টিবিচাবে চন্দ্রেব সহিত সম্বন্ধ ঘনিষ্ঠতব। পূর্ব বা বর্মীরাষ্টানে মুসলমানগণ যে গণনা কবেন তাহাব সম্বন্ধও চন্দ্রেব সহিত অধিক।

সংক্ষেপ :—পঞ্জিকায় গ্রহগুলিব এবং চন্দ্রেব পার্শ্বে লিখিত সংখ্যাগুলি হইতে উহাদেব অবস্থান নির্দেশ কবা যায়। প্রথম সংখ্যায় বাশিটি মেসবাশি হইতে এতগুলি বাশি পার হইয়া পববর্তী বাশিতে অবস্থান করিতেছে বুঝিতে হইবে। প্রত্যেক রাশি ক্রান্তি বৃত্তেব কেন্দ্রে ৩৬০ - ১২ = ৩৩ ডিগ্রী কোণ করিয়া অবস্থিত। দ্বিতীয় তৃতীয় ও চতুর্থ সংখ্যায় ঐ

৩০ ডিগ্রী পথের কত ডিগ্রী, মিনিট এবং সেকেন্ড পথ উক্ত বাশি কর্তৃক অতিক্রান্ত হইয়াছে তাহাই বুঝায়। ইহা হইতে আকাশে কখন কোন গ্রহ কোথায় থাকিতে পারে খুঁজিয়া বাহির করা যায়। সূর্যের কাছে কোন গ্রহ থাকিলে তাহাকে সূর্যের উজ্জ্বলতার জন্ত দেখা যায় না।

জন্ম সময়ে যে বাশি পূর্বাংশে পৃথিবীর সহিত লগ্ন থাকে তাহাই জাতকের লগ্ন, ঐ সময় চন্দ্র যে বাশিতে থাকে তাহাই জাতকের বাশি এবং চন্দ্র যে নক্ষত্রে থাকে তাহাই জাতকের নক্ষত্র।

দ্বিতীয় প্রশ্নমালা

১। কোন একদিন পঞ্জিকাতে গ্রহ গণের অবস্থান নিম্নলিখিতরূপ দেখা গেল। ইহাতে কি বুঝা যাইবে :—ব ১০।৪।১৩।৪১ চং ১।১২।৩২।৪৪ মঃ ০।৬।০২। বৃ ১০।১৮।২০।৩৫ স্ব ১১।১৬।৩৩।১৬ শু ১১। ১৩।৩৫।৪৫ শ ০।২।৩৬।৫২। (On a certain day the positions of the planets written in the Panjika are —Sun 10-4-13-41, M 1-12-32-44, Moon 0-6-0-27, Mercury 10-18-20-35, J 11-16-33-16, V 11-13-35-45, Saturn 0-2-35-5. What is understood by this ?)

২। গ্রহগণকে আকাশে খুঁজিয়া বাহির করিবার সহজ উপায় কি? (What is the easiest method of finding out the planets in the sky ?)

৩। একদিন সূর্যাস্তকালে দেখা গেল শনি গ্রহ পূর্বাংশে পৃথিবীর সহিত লগ্ন আছে। সেদিন শনিগ্রহ আকাশে দেখা যাইবে কি না বল—এবং কারণ লিখ। (On a day at the time of sun set the Saturn was just on the horizon. Say whether the Saturn will be visible in the sky in the night or not, State reason)

৪। জাতকের লগ্ন, রাশি ও নক্ষত্র কিরূপে নির্ণয় করা হয় লিখ। (Write in making a horoscope how the Lagna, Rashi and the Star are determined ?)

তৃতীয় পরিচ্ছেদ

সূৰ্য

সূৰ্য এই বিশ্ব ব্রহ্মাণ্ডেৰ অফুৰন্ত তাপেৰ প্ৰধান উৎস। সূৰ্য হইতে অঙ্গুষ্ঠ তাপ মহাশূন্যেৰ চাৰিদিকে বিকিৰিত হইতেছে। পৃথিবীতে তাহাৰ অতি অল্লাংশ মাত্ৰই পৌছায়। সূৰ্য ব্যতীত পৃথিবীতে অন্য যাহা কিছু হইতে আমবা তাপ পাই, তাহাও সূৰ্যতাপেৰই ৰূপান্তৰ মাত্ৰ। সূৰ্যেৰ তাপ ব্যতীত মনুষ্য, জীৱজন্তু ও গাছপালাৰ জীৱন ধাৰণ অসম্ভৱ হইত, শস্ত্ৰ-শ্ৰামল উৰ্বৰ ক্ষেত্ৰগুলি উষৰ মৰুভূমিতে পৰিণত হইত। উপৰ্যুপৰি কয়েকদিন সূৰ্যতাপ না পাইলে সকলেই যেন শক্তিহীন ও ম্ৰিয়মান হইয়া পড়ে। সূৰ্য-তাপেই বায়ু বহে, জোয়াৰ-ভাঁটা ও বত্ৰা হয়, মেঘ, বৃষ্টি, কুয়াসা ও শিশিবেৰ উৎপত্তি হয় এবং নদী ও জলপ্ৰপাত প্ৰভৃতিৰ সৃষ্টি হয়। অতি আদিমকাল হইতেই মানুষ প্ৰত্যক্ষ ও পৰোক্ষ ভাবে তাহাদেৰ কল্যাণ-সাধনে সূৰ্য শক্তিৰ নানাভাবে বিকাশেৰ জন্তু সূৰ্যকে দেৱতাজ্ঞানে পূজা কৰিয়া আসিতেছে।

এই সূৰ্যেৰ আয়তন, উষ্ণতা এবং পৃথিবী হইতে ইহাৰ ব্যৱধান সম্বন্ধে বখনও চিন্তা কৰিয়াছ কি? ইহাৰ সমস্ত বিষয়গুলি অবগত হইলে তোমবা চমৎকৃত হইবে এবং বিশ্বনিয়ন্তাৰ অসীম সৃষ্টি কৌশল সম্বন্ধে যে আভাষ পাইবে তাহাতে তাহাৰ কাছে স্বতই মাথা অবনত কৰিতে ইচ্ছা হইবে।

জ্যোতিৰ্বিদগণ স্থিৰ কৰিয়াছেন সূৰ্য পৃথিবী হইতে নৱ কোটি ত্ৰিশ লক্ষ মাইল দূৰে অবস্থিত। আলো এক সেকেণ্ডে একশত ছিয়াশি হাজাৰ মাইল যায়, সূৰ্য হইতে পৃথিবীতে আসিতে ৮ মিনিট লাগে। এত দূৰ হইতে আসিতেছে তথাপি তাহাৰ উত্তাপ কত প্ৰখৰ তাহা তোমবা জান। চৈত্ৰ বৈশাখ মাসে দুপুৰ বেলায় খোলা মাঠে কয়েক মিনিটেৰ জন্তু বাহিৰ হইলে সৰ্বশৰীৰ যেন পুড়িয়া যায়।

.. থাৰ্মমিটাৰ স্নাহায্যে দুপুৰেৰ বোদেৰ উষ্ণতা মাপা যায়। পৃথিবীতে

এইরূপ উষ্ণতা হইলে নথ কোটি ত্রিশ লক্ষ মাইল দূরস্থ সূর্য পৃষ্ঠেব যে উষ্ণতা তাহা বৈজ্ঞানিকগণ হিসাব করিয়া স্থির কবিয়াছেন ৬০০০° ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড। ইহাব অভ্যন্তরবেব উষ্ণতা সাত কোটি ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড। উনানে কয়লা যখন জলে তখন তাহাব উষ্ণতা প্রায় ১২০০° ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড। গলিত লৌহেব উষ্ণতা ১৬০০° ডিগ্রী সেন্টিগ্রেডেব অধিক নহে। অতএব ভাবিয়া দেখ সূর্য পৃষ্ঠেব যে উষ্ণতা তাহা বিরূপ ভয়ঙ্কর এবং ইহাব অভ্যন্তরীণ উষ্ণতা তো কথাই নাই। এই উত্তাপে পার্থিব কোন পদার্থই নিজ অবস্থায় থাকিতে পাবে না। স্বর্ণ, লৌহ প্রভৃতি সর্বাধিক কঠিন পদার্থগুলিও ইহাপেক্ষা বহু অল্প উষ্ণতায় বাষ্পীকৃত্যবণ কবে। সেই হিসাবে পণ্ডিতগণ স্থির কবিয়াছেন সূর্যে সকল পদার্থই বাষ্পীকৃত্যে বর্তমান। এবং সমস্ত সূর্যটি একটি জলন্ত বাষ্পপিণ্ড। কঠিন পদার্থে সৃষ্ট নথ বলিয়া ইহাব পৃষ্ঠ সমতল বা একই রূপ উঁচু নিচু থাকিতে পাবে না।

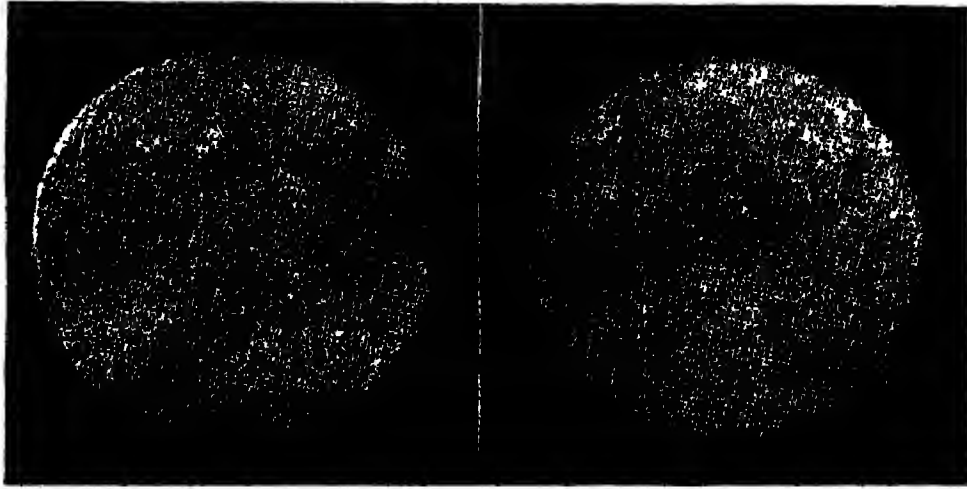
পৃথিবীর ব্যাস প্রায় আট হাজার মাইল, কিন্তু সূর্যেব ব্যাস প্রায় ৮৬৬৫০০ আট লক্ষ ছয়ষাট হাজার পাঁচ শত মাইল অর্থাৎ পৃথিবীর ব্যাসেব ১১০ গুণ বড়। সেই হিসাবে সূর্য পৃথিবী অপেক্ষা তেব লক্ষ গুণ বড়।

বাষ্প গঠিত বলিয়া সূর্য পৃথিবী হইতে তেব লক্ষ গুণ বড় হইলেও তেব লক্ষ গুণ ভারী নহে। মোটামুটি ইহা পৃথিবী অপেক্ষা ৩৩৩০০০ গুণ ভারী। বৈজ্ঞানিকগণেব হিসাবে পৃথিবীর ওজন প্রায় ১৮×১০^{২৩} মন। তাহা হইলে সূর্যেব ওজন $১৮ \times ১০^{২৩} \times ৩৩৩০০০ = ৫৯৯৪০০ \times ১০^{২৩} =$ প্রায় ৬×১০^{২৮} মন। আয়তন এবং ওজন হিসাব কবিয়া দেখিলে বুঝা যায় সূর্যেব ঘনত্ব পৃথিবীর ঘনত্বেব চাৰি ভাগেব এক ভাগ।

খালি চোখে সূর্যেব দিকে তাকান যায় না। দূরবীক্ষণ যন্ত্রেব সাহায্যে ইহাকে নিবীক্ষণ কবিলে ইহাব তিনটি মণ্ডলের সন্ধান পাওয়া যায়। প্রথমটি আলোক মণ্ডল, দ্বিতীয় বর্ণমণ্ডল এবং তৃতীয়টি ছটামণ্ডল।

আলোক মণ্ডল—সাধারণত সূর্যেব সর্বাপেক্ষা বহির্বাঙ্গণটিই আমাদের

চোখে পড়ে। ইহাই আলোক মণ্ডল (Photosphere)। দূৰবীক্ষণে দেখিতে পাওয়া যায় মাঝখান অপেক্ষা সূৰ্য্যেৰ ধাৰেৰ উজ্জলতা অনেক কম। চন্দ্ৰেৰ কলঙ্কেৰ ন্যায় ইহাতে কাল কাল অনেকগুলি সৌৰ কলঙ্ক (Sun-spot) দেখা যায়। ইহাদেৰ আকৃতি এবং আয়তন নানা বকমেব। এক একটি কলঙ্ক



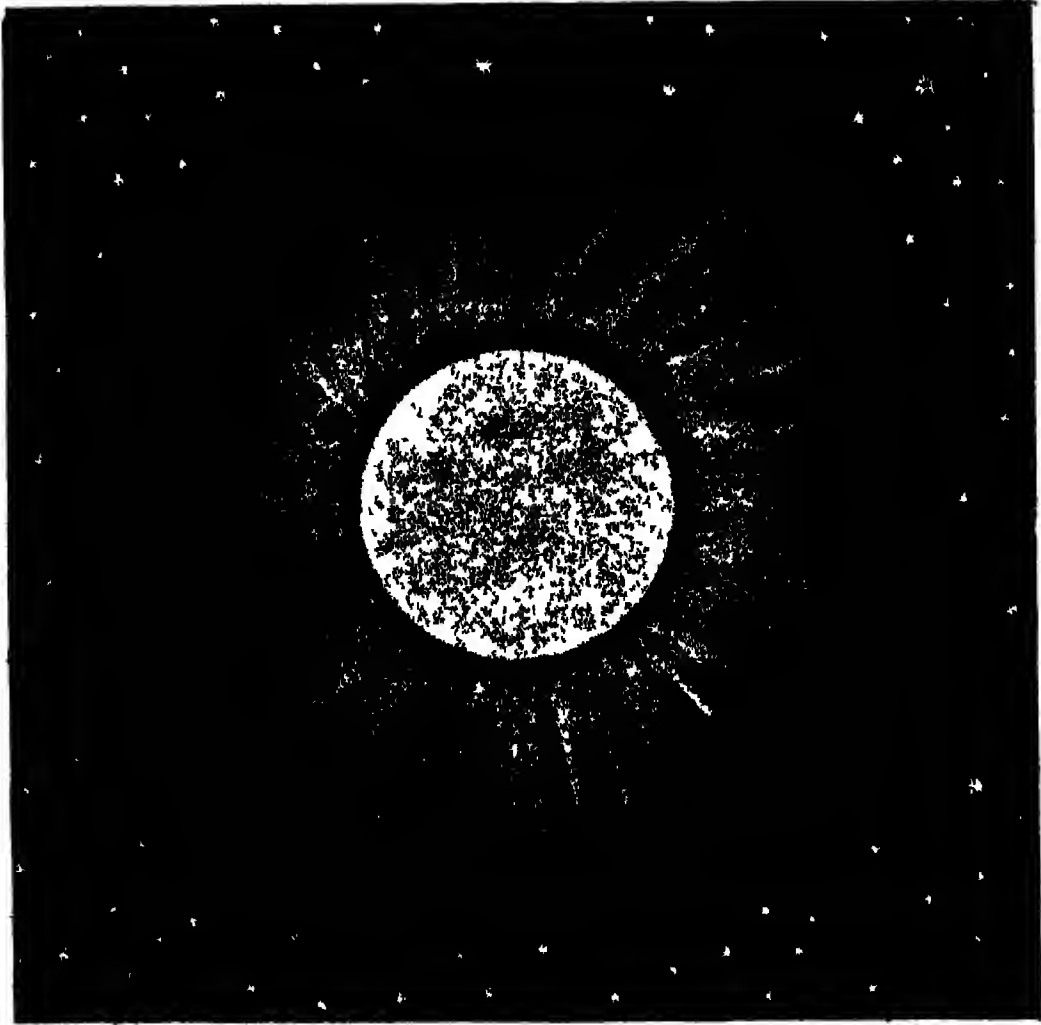
১৮ নং চিত্র—সৌৰ কলঙ্ক

আয়তনে আমাদেৰ পৃথিবী অপেক্ষা অনেক গুণ বড়। ইহাদেৰ মধ্যভাগ গাঢ় কৃষ্ণবৰ্ণ কিন্তু চাৰিধাৰ অপেক্ষাকৃত কম কাল। একটি নির্দিষ্ট বৎসৰ হইতে এগাব বৎসৰ অন্তৰ কলঙ্কগুলিৰ সংখ্যা এক বৎসবেৰ জন্ত বাডিয়া যায়। ১৯০৬, ১৯১৭ এবং ১৯২৮ সালে সৌৰকলঙ্কেৰ সংখ্যা বাডিয়া গিয়াছিল।

বৈজ্ঞানিকগণ স্থিৰ কৰিয়াছেন অত্যধিক চাপে সূৰ্য্যগৰ্ভস্থ উষ্ণ বাষ্পবাশি আগ্নেয়গিৰিৰ অগ্ন্যুৎপাতেৰ ন্যায় জোৰে বাহিৰ হইয়া আসিলে যে গৰ্ভ হয় তাহাৰ চাৰিপাশে ঐ সকল বাষ্প বাশি ছড়াইয়া পড়ে এবং অপেক্ষাকৃত শীতল হয়, কাজেই ইহাদেৰ জ্যোতিও কমিয়া যায়। সেইজন্য সৌৰকলঙ্কেৰ মধ্যভাগ অপেক্ষা প্রান্তভাগ কম কাল দেখায়।

কাল কাচেৰ ভিতৰ দিয়া অনেক সময় বড় বড় সৌৰ-কলঙ্কগুলি দেখিতে পাওয়া যায়। কয়েকদিন উপযুপৰি ঐ কলঙ্কগুলিকে লক্ষ্য কৰিলে দেখা যায়

যেন ইহাব। পূর্ব দিক হইতে পশ্চিম দিকে সবিয়া যায় এবং সাতাশ দিন অন্তর ইহাদের পূর্বের অবস্থান ফিবিয়া আসে। তাহা হইলে আমবা ইহা অল্পমান কবিত্তে পাবি পৃথিবীর ত্রায় সূর্যও ইহাব অক্ষের চারিদিকে ঘূবে। সৌৰ-কলঙ্গুলি ইহাব পৃষ্ঠের উপর থাকিয়া ২৭ দিনে একবার আবর্তন কবে বলিয়া মনে হয়—কিন্তু সেই সময়ে পৃথিবীও খানিকটা ঘূবিয়া যায়। তাহা হইলে সূর্যের নিজের অক্ষের চারিদিকে ঘূরিতে যে সময় লাগে তাহা ঐ সৌৰ-কলঙ্গুলির



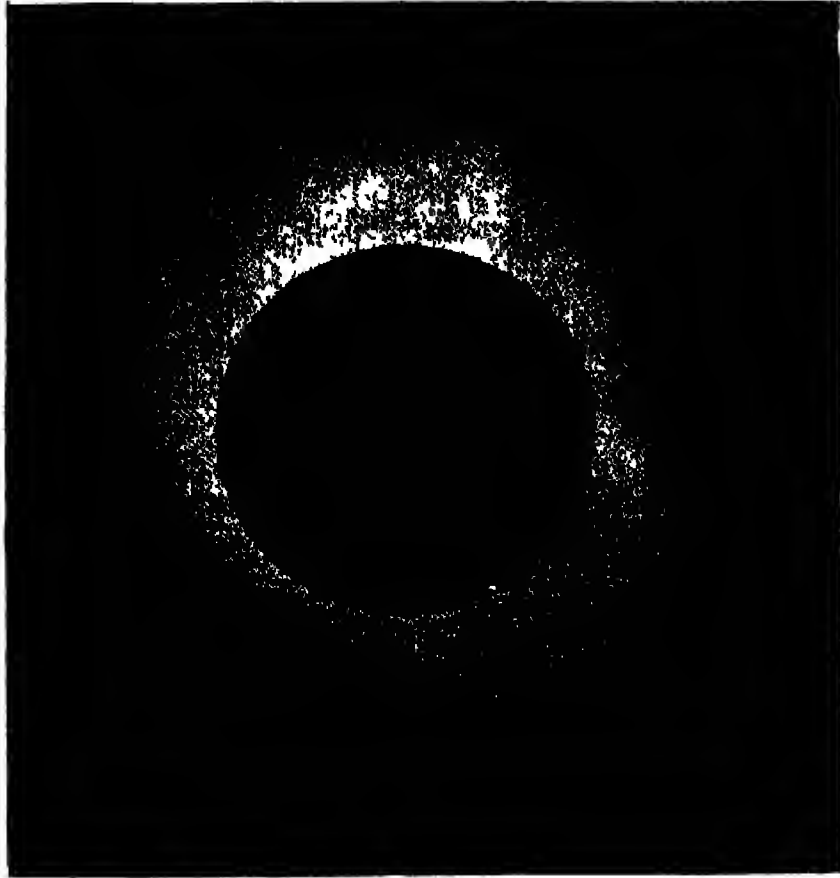
১৯ নং চিত্র—সৌর প্রক্ষেপ

আবর্তনের সময়াপেক্ষা কম। বস্তুত বৈজ্ঞানিকগণ স্থির কবিয়াছেন সৌর

কলঙ্কগুলি যদিও ২৭ দিনে একবাব আবর্তন কৰিতেছে বলিয়া মনে হয় বটে সূৰ্য্য কিন্তু ইহাৰ অক্ষৰ চাৰিপাশে মাত্ৰ ২৫২ দিনে একবাব আবর্তন কৰে।

বৰ্ণমণ্ডল :—সূৰ্য্যৰ আলোক মণ্ডলৰ ভিতৰে চাৰিদিফে যে বাষ্পময় উজ্জ্বল আবরণ দেখা যায় তাহাই সূৰ্য্যৰ **বৰ্ণমণ্ডল** (Chromosphere)। ইহা নানা প্ৰকাৰ ধাতু-বাষ্পৰ সমষ্টি এবং ইহাৰ জন্তু সূৰ্য্যৰ আলো বা তাপ আমবা কম পাই। এই আবরণ না থাকিলে আবও অধিক তাপ এবং আলো সূৰ্য্য হইতে আসিত।

পূৰ্বে বলা হইয়াছে বাষ্পময় পিণ্ড বলিয়া সূৰ্য্যৰ পৃষ্ঠ সমতল নয়। সূৰ্য্যৰ আভ্যন্তৰীণ উত্তাপেৰ জন্তু ইহাৰ গৰ্ভ হইতে বাষ্পবাশি বাহিৰে উৎক্ষিপ্ত হইবা ইহাৰ



২০ নং চিত্ৰ—ছটা মণ্ডল

পৃষ্ঠদেশ আলোড়িত কৰিতেছে। ফলে একটি পৰিচলন স্ৰোতৰ সৃষ্টি

এবং এই পবিচলন শ্রোতের জন্ম বর্ণমণ্ডল হইতে সর্বদা জলন্ত বাষ্প উর্ধ্ব দিকে উৎক্ষিপ্ত হইয়া যে বিবীর্ভ অগ্নিশিখার সৃষ্টি কবে তাহাই **সৌর-প্রক্ষেপ** (Corona)। পূর্ণ-গ্রাস সূর্য-গ্রহণের সময় সূর্যের আবৃত অংশের চাবিদিকে ইহাদিগকে মুকুট-শীর্ষেব আয় দেখা যায় বলিয়া অনল শিখা গুলিকে **ছটামুকুট** এবং সমস্ত মণ্ডলটিকে **ছটামণ্ডল** বলা হয়, বস্তুত সৌর-প্রক্ষেপ ছটামুকুট বা ছটামণ্ডল এক। সূর্যের বাহিবে লক্ষ লক্ষ মাইল ব্যাপিয়া ছটামুকুটের বিস্তৃতি দেখা যায়। সূর্যগ্রহণ না হইলে বর্ণমণ্ডল বা ছটা মণ্ডল কিছুই দেখা যায় না—সূর্যের তীব্র জ্যোতির জন্ম ইহাবা অদৃশ্য হইয়া যায়। বর্ণমণ্ডল বক্তাভ কিন্তু ছটামণ্ডল শাদা।

সংক্ষেপ :—সূর্য একটি জলন্ত বাষ্পপিণ্ড—পৃথিবী হইতে নয্যকোটি ত্রিশলক্ষ মাইল দূরে অবস্থিত। ইহার পৃষ্ঠের উষ্ণতা ছয় হাজার ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড এবং গর্ভের উষ্ণতা সাতকোটি ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড। সূর্যের ব্যাস প্রায় আটলক্ষ ছয়শটি হাজার পাঁচশত মাইল—পৃথিবীর ব্যাসের একশত দশগুণ বড়। সেই হিসাবে সূর্যের আয়তন পৃথিবীর আয়তন অপেক্ষা তেব লক্ষগুণ বড়। কিন্তু ইহা পৃথিবী অপেক্ষা মাত্র তিনলক্ষ তেত্রিশ হাজার গুণ বেশী ভারী। অর্থাৎ সূর্যের ঘনত্ব পৃথিবীর ঘনত্বের চারিভাগের এক ভাগ। সূর্যের ওজন প্রায় 6×10^{28} মন। পৃথিবীর আয় ইহাও নিজ অক্ষের চারি দিকে ঘুরিতেছে এবং একবার ঘুরিতে ২৫½ দিন লাগে। ইহাকে বেষ্টিত করিয়া যথাক্রমে আলোকমণ্ডল, বর্ণমণ্ডল এবং ছটামণ্ডল নামক তিনটি মণ্ডল আছে। বর্ণ-মণ্ডলের চাবিদিকে অগ্নি শিখার আয় সৌর প্রক্ষেপ দেখা যায়। সূর্যের গায়ে যে কাল দাগ দেখা যায়, তাহাদিগকে সৌর কলঙ্ক বলা হয়। ইহাদের আয়তন বিভিন্ন রকমের।

তৃতীয় প্রশ্নমালা

১। সূর্যের বিস্তৃত বর্ণনা দাও। সূর্য না থাকিলে পৃথিবীতে জীব থাকা সম্ভব হইত কি? উত্তরের কারণ দাও। (Give a full description of the sun. Would life be possible on the earth without the sun? Give reasons for your answer.)

[ক: বি: ১৯৪১]

২। অনুষ্ঠ পদ পূরণ কর :—সূর্য পৃথিবী হইতে— মাইল দূরে অবস্থিত। ইহার ব্যাস ———মাইল, ওজন———মন। ইহার ঘনত্ব পৃথিবীর ঘনত্বের ———গুন এবং ইহার আয়তন পৃথিবীর আয়তনের———গুন। (Fill up the gaps :—The sun is at a distance of——miles from the earth Its diameter is——miles, weight——maunds. Its density is——times that of the earth and volume——times that of the earth)

৩। সূর্যের মণ্ডল তিনটির সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও। (Give brief descriptions of the three spheres of the sun)

৪। সংক্ষিপ্ত পবিচয় দাও :—সৌর কলঙ্ক, বর্ণমণ্ডল, ছটায়ুকুট। (Give short-description of :—Sun spots, Chromosphere, Corona)

চতুর্থ পরিচ্ছেদ

গ্রহ জগৎ

একটি সূতাব এক প্রান্তে একটি, এবং তাহার পৰ আবণ্ড দু তিনটি টিল বাঁধিয়া উহাব অপৰ প্রান্তে ধবিয়া ঘুৰাইলে দেখা যাইবে, যে হাতে সূতা ধবা

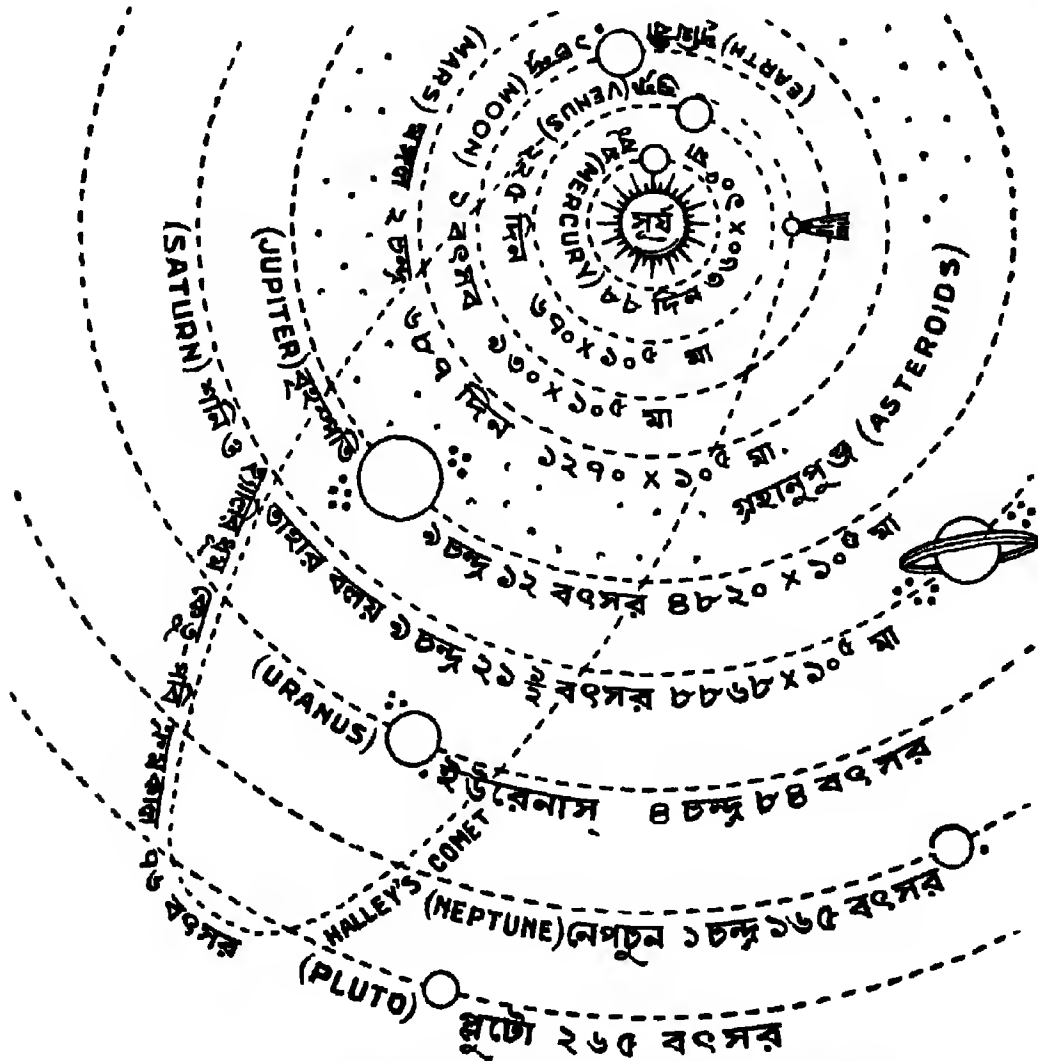


আছে সেই হাতকে কেন্দ্ৰ কবিয়া টিলগুলি বৃত্তাকার পথে ঘুৰিতে থাকিবে। যে টিলটি হাত হইতে দূৰে থাকিবে তাহার ভ্রমণ পথও বড় হইবে এবং হাতের জোৰ সমস্ত টিল গুলির গতি নিয়ন্ত্ৰিত কবিবে। এই রূপ সূর্যকে কেন্দ্ৰ কবিয়া গ্রহগুলি ইহাব চতুর্দিকে ঘুৰিতেছে, অবশ্য গ্রহগুলির সহিত কোন সূত্র, দড়ি বা চেন বাঁধা নাই যাহা ধবিয়া সূর্য গ্রহগুলিকে আপনাব চাবিদিকে ঘুৰাইতেছে।

২১নং চিত্র—একটি বালক একসঙ্গে কতকগুলি টিল ঘুৰাইতেছে

তাহাব পৰিবর্তে আছে মাত্র গ্রহগুলির এবং সূর্যের পৰস্পৰ আকর্ষণ। এই আকর্ষণই গ্রহগণকে আপনাপন পথে অবস্থিত রাখিয়া প্লায় বৃত্তাকার পথে

সূর্যের চাষিদিকে ঘুরাইতেছে। তফাৎ এই যে হাত হইতে টিলগুলি যত দূরে থাকিবে টিলগুলির গতিও তত বেশী হইবে কিন্তু সূর্য হইতে গ্রহগুলি যত দূরে থাকে ততই তাহাদের গতি মন্থব হইয়া থাকে। একে গতি মন্থব, তাহাব উপর পথ অধিক, কাজেই সূর্যের চাষিদিকে পবিভ্রমণ কবিত্তে দূরস্থ গ্রহগণের সময় অধিক লাগে। বৃধ গ্রহ সূর্যের সর্বাপেক্ষা নিকটে, কাজেই ইহাব পবিভ্রমণ পথ সর্বাপেক্ষা ছোট অথচ গতি সর্বাপেক্ষা দ্রুত, সে জন্ত ভ্রমণ কাল সর্বাপেক্ষা কম। আমাদের জানা শোনা গ্রহের মধ্যে প্লুটোই সূর্য হইতে সর্বাধিক দূবে,



২২ নং চিত্র—সূর্য হইতে গ্রহগণের দূরত্ব ও তাহাদের প্রদক্ষিণ কাল

তাই ইহাব গতি ঐগ সকল গ্রহের গতিবেগ অপেক্ষা কম এবং ইহার প্রতি

সূর্যের আকর্ষণ অত্যাশ্চর্য গ্রহগণের প্রতি আকর্ষণ অপেক্ষা কম। সূর্যের চাৰিদিকে একবার পরিভ্রমণ কবিত্তে ইহাৰ সৰ্বাধিক সময় লাগিয়া থাকে। সূৰ্য হইতে গ্রহগণের দূৰত্ব এবং তাহাদের সূৰ্যকে প্রদক্ষিণ কবিবার সময় চিত্রে দেখান হইল।

আজ পর্যন্ত আমবা নয়টি প্রকৃত গ্রহেব সন্ধান পাইয়াছি, বুধ (Mercury), শুক্র (Venus), পৃথিবী (Earth), মঙ্গল (Mars), বৃহস্পতি (Jupiter), শনি (Saturn), ইউরেনাস (Uranus), নেপচুন (Neptune) ও প্লুটো (Pluto)। নিচে ইহাদের সংক্ষিপ্ত বিবৰণ ও পৰিচয় দেওয়া হইল।

বুধ :—সূর্যের সৰ্বাপেক্ষা নিকটতম গ্রহ, সূৰ্য হইতে তিন কোটি ষাট লক্ষ মাইল দূৰে অবস্থিত এবং সূর্যের চাৰিদিকে একবার ঘূৰিয়া আসিতে ইহাৰ তিন মাস লাগিয়া থাকে। বুধ গ্রহ বিশেষ উজ্জ্বল নয়। সূর্যের খুব নিকটবর্তী বলিয়া সূৰ্য উঠিবার অল্প আগে ইহাকে উঠিতে দেখা যায় এবং সূর্যাস্তের পৰে ইহা অস্ত যায়। অত্যাশ্চর্য গ্রহেব ত্রায় ইহাকে অধিক সময় দেখা যায় না। সন্ধ্যা তাৰা বা উষাতাৰা রূপে ইহাকে বৎসৰে মাত্র আটবার দেখা যায়। পণ্ডিতগণ গবেষণাৰ দ্বাৰা স্থিৰ কৰিয়াছেন যে ইহাৰ উপৰিভাগে পৃথিবীৰ ত্রায় বায়ুমণ্ডল নাই।

শুক্র :—সূৰ্য হইতে দূৰত্ব হিসাবে বুধের পৰ শুক্র। ইহা সূৰ্য হইতে ছয় কোটি সত্তৰ লক্ষ মাইল দূৰে অবস্থিত এবং সূর্যের চাৰিদিকে ঘূৰিয়া আসিতে ইহাৰ ২২৫ দিন লাগে। ইহা সৰ্বাপেক্ষা উজ্জ্বল গ্রহ, আমতনে বুধ অপেক্ষা বড়—প্রায় পৃথিবীৰ মত। ইহাকেও সন্ধ্যাৰ সময় এবং ভোৰেব বেলা আকাশে দেখা যায়। ইহাকে সকল সময় মেঘে ঢাক। বলিয়া মনে হয়।

পৃথিবী :—শুক্রের পর পৃথিবী। পৃথিবী সম্বন্ধে তোমবা অনেক কথাই জান। ইহাৰ একদিকে শুক্রগ্রহ অণুদিকে মঙ্গলগ্রহ। মঙ্গলই পৃথিবীৰ নিকটতম গ্রহ। ইহা শুক্র অপেক্ষা দ্বিগুণ বৃহত্তর।

মঙ্গল—সূর্য হইতে চৌদ্দকোটি একলক্ষ মাইল দূরে। সূর্যকে প্রদক্ষিণ কবিত্তে ইহাব ৬৮৭ দিন লাগিয়া থাকে। ইহাকে দেখিতে ঈষৎ লাল বর্ণের। ইহা পৃথিবী হইতে নিকটতম বলিয়া পৃথিবীর বৈজ্ঞানিকগণ ইহাব সহিত সম্বন্ধ স্থাপন কবিবাব যথেষ্ট চেষ্টা করিয়াছেন। মঙ্গল গ্রহে মানুষ আছে এই সিদ্ধান্তে উপনীত হইবাব পব কেহ কেহ এখান হইতে উজ্জল আলো মঙ্গল গ্রহে পাঠাইতে চেষ্টা কবিয়াছিলেন, কেহ কেহ বেতাব বার্তা প্রেবণ কবিবাব চেষ্টা কবিয়াছিলেন, অবশ্য তাঁহাদেব সকল চেষ্টাই ব্যর্থ হইয়াছে। মঙ্গল গ্রহ কিন্তু আকাবে পৃথিবী অপেক্ষা ছোট। পৃথিবীর ত্রায় ইহা নিজ মেরুদণ্ডেব চাবিদিকে ঘুবিতেছে।

বৃহস্পতি :—সূর্য হইতে আটচল্লিশ কোটি দুই লক্ষ মাইল দূবে এবং বাব বৎসবে একবাব সূর্যেব চাবিদিকে ঘুবিয়া আসে। ইহা গ্রহগণেব মধ্যে সর্বাপেক্ষা বড়, আকাবে পৃথিবী হইতে প্রায় ১২০০ বাব শত গুণ বড়। ইহা আপন মেরুদণ্ডেব চাবিদিকে ঘুবিতেছে।

শনি :—ইহাব আকাব একটু বিচিত্র ধবণেব। গোল পিণ্ডকে ঘিবিয়া



২৩মং চিত্র—শনিগ্রহ

একটি বলয় আছে, পিণ্ড এবং বলয় লইয়া শনি গ্রহ। ইহা সূর্য হইতে

চুয়াল্লিশ কোটি চাবি লক্ষ মাইল দূৰে অবস্থিত এবং সূৰ্যকে প্ৰদক্ষিণ কৰিতে ইহাৰ ত্ৰিশ বৎসৰ লাগে। ইহা নিজৰ মেরুদণ্ডৰ চাবিদিকে ঘূৰিতেছে।

ইউৰেনাস :- ১৭৮১ খৃষ্টাব্দে হাৰ্শেল সাহেব এই গ্ৰহ আৱিষ্কাৰ কৰেন। ইহা সূৰ্য হইতে একশত আটাত্তৰ কোটি মাইল দূৰে। সূৰ্যকে প্ৰদক্ষিণ কৰিতে ইহাৰ ৮৪ বৎসৰ ২৮ দিন লাগে। ইহা নিজৰ মেরুদণ্ডৰ চাবিদিকে ঘূৰে।

নেপচুন :- সূৰ্য হইতে ইউৰেনাসেৰ দূৰত্ব হিচাব কৰিবাব জ্ঞান যে আলোচনা হয় তাহাৰ ফলে ১৮৪৬ খৃষ্টাব্দে নেপচুন গ্ৰহ আৱিষ্কৃত হয়। ইহা সূৰ্য হইতে দুইশত আটাত্তৰ কোটি মাইল দূৰে এবং সূৰ্যকে প্ৰদক্ষিণ কৰিতে ইহাৰ ১৬৬ বৎসৰ লাগে।

প্লুটো :- ১৯২৪ সালেৰ মাৰ্চ মাসে আমেৰিকাৰ প্ৰসিদ্ধ বৈজ্ঞানিক কৰ্ত্তক প্লুটো গ্ৰহ আৱিষ্কৃত হয়। ইহা সূৰ্য হইতে চাবিশত আঠাৰ কোটি মাইল দূৰে এবং সূৰ্যকে প্ৰদক্ষিণ কৰিতে ইহাৰ ২৪৬ বৎসৰ ২১৩ দিন লাগে। সূৰ্য হইতে ইহাই সৰ্বাপেক্ষা দূৰতম গ্ৰহ।

আকাৰ হিচাব কৰিয়া দেখিতে গেলৈ দেখা যায় বড় হইতে আৰম্ভ কৰিয়া যত সূৰ্য হইতে দূৰে যাওয়া যায় বৃহস্পতি পৰ্যন্ত ততই গ্ৰহগণেৰ আকাৰ বড় হইতে থাকে। মঙ্গল পৃথিৱী অপেক্ষা ছোট কিন্তু বৃহস্পতি আকাৰ সৰ্বাপেক্ষা বড় গ্ৰহ। বৃহস্পতিৰ পৰা আকাৰ গ্ৰহগণেৰ আকাৰ কমিতে থাকে। প্লুটোৰ আকাৰ সৰ্বাপেক্ষা ক্ষুদ্ৰ বলিয়া প্ৰমাণিত হইয়াছে।

সূৰ্য হইতে গ্ৰহগণেৰ দূৰত্ব এবং সূৰ্যকে একবাৰ প্ৰদক্ষিণ কৰিতে যে সময় লাগে, ২২ নং চিত্ৰ সাহায্যে তাহা বুঝান হইয়াছে। সূৰ্য হইতে গ্ৰহগণেৰ দূৰত্ব হিচাব কৰিবাব যে গবেষণা হয় তাহাৰ ফলে কেপলাৰ যে সিদ্ধান্তে উপনীত হইয়াছিলেন তাহা নিচে দেওয়া হইল।

সপ্তদশ শতাব্দীৰ প্ৰাৰম্ভে কেপলাৰ (Kepler) নামক ডেনমাৰ্কবাসী জ্যোতিৰ্বিদ স্থিৰ কৰেন, কোন একটি গ্ৰহেৰ সূৰ্যকে প্ৰদক্ষিণ কৰিবাব কালৰ বৰ্গকে অপর একটি গ্ৰহেৰ সূৰ্যকে প্ৰদক্ষিণ কৰিবাব কালৰ বৰ্গ দিয়া ভাগ কৰিলে

যে সংখ্যা পাওয়া যায়, সূর্য হইতে পূর্বোক্ত গ্রহটির দূরত্বের ঘনকে সূর্য হইতে অপব গ্রহটির দূরত্বের ঘন দিয়া ভাগ করিলেও সেই সংখ্যা পাওয়া যাইবে। অর্থাৎ অনুপাত দুইটি সমান। এই নিয়মে হিসাব করিলে দেখা যায় মঙ্গল ও বৃহস্পতির মধ্যে আবও একটি গ্রহ থাকা উচিত। কেপলাবের প্রায় দুই শত বৎসর পবে মঙ্গল ও বৃহস্পতির মধ্যে কতকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র গ্রহ একত্র গ্রথিত দেখা যায়। ইহাদের সংখ্যা প্রায় বাব শত হইলেও সকল গুলিব সমবেত আয়তন, যে কোন একটি ক্ষুদ্রতম গ্রহের আয়তন অপেক্ষা কম নয়। ইহাই হইল কেপলাবের পূর্ব কথিত গ্রহ।

কেপলাবের পব বোড (Bode) আব একটি সূত্রবাহিব করিলেন। ০, ৩ এবং ইহার পব ক্রমশ দুই গুণ করিয়া কয়েকটি সংখ্যা ধবা হইল। তাহা হইলে আমবা পাইলাম ০, ৩, ৬, ১২, ২৪, ৪৮, ৯৬, ১৯২ ইত্যাদি। প্রত্যেক সংখ্যায় ৪ যোগ দিলে ৪, ৭, ১০, ১৬, ২৮, ৫২, ১০০, ১৯৬ হয়। বৃধ হইতে ২৪নং চিত্র—গ্রহগণের আপেক্ষিক আকার

গ্রহগণের দূরত্ব এই অনুপাতে হিসাব করা হয়। এই হিসাবে বৃধের সংখ্যা ৪, শুক্রের ৭, পৃথিবীর ১০ ইত্যাদি। কোন গ্রহের সংখ্যাকে ১০ দিয়া ভাগ করিয়া তাকে সূর্য হইতে পৃথিবীর দূরত্ব দিয়া গুণ করিলেই সূর্য হইতে সেই



গ্রহের দূরত্ব পাওয়া যাইবে। মনে কবা যাউক সূর্য হইতে শনি গ্রহের দূরত্ব বাহিব কবিত্তে হইবে। বোডেব তালিকা অনুযায়ী শনির সংখ্যা হইল ১০০। ১০০কে ১০ দিয়া ভাগ কবিয়া ৯ কোটি ৩০ লক্ষ মাইলকে সেই ভাগফল দিয়া গুণ করিলে সূর্য হইতে শনির দূরত্ব পাওয়া যায়।

কিন্তু এই নিয়মেবও ব্যতিক্রম ঘটিল ইউরেনাসের বেলায়। সূর্য হইতে উক্ত হিসাবে প্লুটোব যত দূবে থাকা উচিত ঠিক তত দূবে থাকে না। কাবণ নির্ণয় কবিত্তে গিয়া নেপচুনগ্রহ আবিষ্কৃত হইল। তাহাব আকর্ষণেই সূর্য হইতে ইউরেনাসের হিসাব মত দূবত্বেব ব্যতিক্রম ঘটিয়াছে।

সূর্যকে কেন্দ্র কবিয়া গ্রহগণ ঘুরিতেছে, আবার গ্রহগণের চারিদিকে তাহাদের নিজ নিজ উপগ্রহ ঘুরিতেছে। চন্দ্র পৃথিবীর উপগ্রহ। ইহা ২৯ দিনে পৃথিবীর চারিদিকে একবার ঘুরে। কোন কোন গ্রহেব একেব অধিক উপগ্রহ আছে। যে গ্রহেব আকাব যত বড়, সাধাবণত সেই গ্রহেব উপগ্রহেব সংখ্যা তত বেশী। বৃহস্পতিব নয়টি এবং বলয় ছাড়া শনিবও নয়টি এবং ইউরেনাসেব চারিটি উপগ্রহ আছে।

সংক্ষেপ :—সূর্যকে কেন্দ্র কবিয়া গ্রহগণ উহাব চারিদিকে ঘুরিতেছে—আবার গ্রহগণেব চারিদিকে উপগ্রহ ঘুরিতেছে। আজ পর্যন্ত নয়টি গ্রহের সন্ধান পাওয়া গিয়াছে। তন্মধ্যে বৃহৎ সূর্যের নিকটতম এবং প্লুটো দূরতম গ্রহ। দূবেব গ্রহগুলি সূর্যেব চারিদিকে একবার ঘুরিয়া আসিত্তে দীর্ঘতর সময় লয়। সূর্য হইতে গ্রহগণের দূরত্ব লইয়া কেপলাব যে সূত্র বাহিব করেন তাহার সাহায্যে অজ্ঞাত গ্রহগণেব অবস্থান বা দূরত্ব হিসাব কবিয়া বাহিব করা যায়।

চতুর্থ প্রশ্নমালা

১। পদপূরণ কর:—সূর্য হইতে গ্রহগণেব দূরত্ব যত হইবে, গ্রহগণেব গতি তত হইবে, সূর্যের চারিদিকে একবার ঘুরিবার আসিবার সময়ও তত হইবে।

(Fill up the gaps :—The . . . the distance of the planets from the sun, the . . . will be their velocity and the . . . will be the time of its complete revolution round the sun.)

২। সৰ্বাপেক্ষা বড় এবং ছোট গ্রহ দুইটির নাম কর ও তাহাদের সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও।
(Give a brief account of the greatest and the smallest planets.)

৩। সূর্য হইতে কোন্ গ্রহের কত দূরত্ব এবং সূর্যকে প্রদক্ষিণ করিতে কাহাব কত সময় লাগে তাহাদের একটি ক্রমিক তালিকা প্রস্তুত কর। (Tabulate the distances of the planets from the sun and the period of their complete revolution, in order)

৪। গ্রহাণুপুঞ্জ এবং নেপচুন গ্রহ কিরূপে আবিষ্কৃত হইল এবং তাহার মূলে কি কি সূত্র আছে লিখ। অথবা বোড এবং কেপলার সাহেবের সূত্র কি বুঝাইয়া দাও। (Write, how the Asteroids and the Neptune were discovered and state the theory relating to their discovery. Or, Explain the theories of Bode and Kepler)

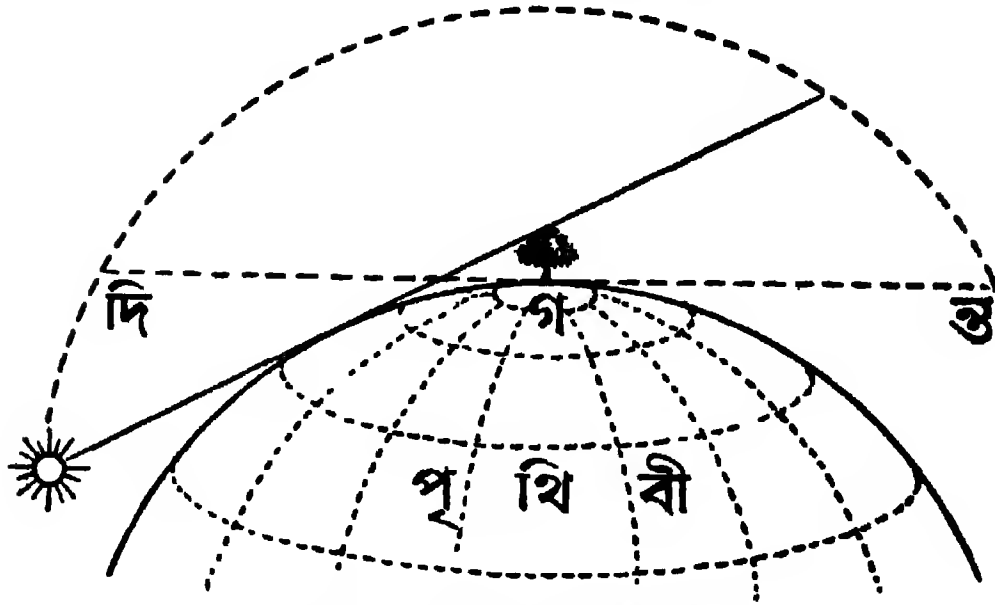
পঞ্চম পরিচ্ছেদ

সৌর বৎসর ও ঋতু

আপন মেকদণ্ডেব চাবিদিকে ঘুরিয়া আসিতে পৃথিবীর একদিন বা ২৪ ঘণ্টা লাগে। পৃথিবীর এই আবর্তনের জন্য ইহাব উপর দিন বাত্ৰি সৃষ্টি হয়। আমবা আপাত দৃষ্টিতে দেখি সকালে সূর্য পূর্ব দিগন্ত হইতে উঠিয়া ক্রমে দুপুবে মধ্য আকাশে উঠিয়া সন্ধ্যায় আবাব পশ্চিম দিগন্তে নামিয়া যায়। যতক্ষণ সূর্য দিগন্তেব উপর থাকে ততক্ষণ আমবা বোদ পাই, এই সময় দিন। কিন্তু দিগন্তেব নিচে নামিয়া গেলে আমবা বোদ পাই না। ক্রমে সূর্য যত দিগন্তেব নিচে নামিয়া যায় বলিয়া মনে হয় ততই অন্ধকার পৃথিবীর একদিক জুড়িয়া বসে। এই ব্যাপাবটি তোমাদেব সকলেবই জানা আছে। কিন্তু তোমবা সকলেই লক্ষ্য কবিযাছ ভাবেব সময় সূর্য দিগন্তেব উপর উঠিবাব কিছু আগেই বেশ ফস্কা হইয়া যায়, কোন অদৃশ্য দেশেব আলো আসিয়া অন্ধকার দূবীভূত কবিয়া দেয়। তখন ঐ আলো যে সূর্যেব তাহা মোটেই মনে হয় না। ক্রমে গাছ পালাব মাথাব উপর বোদেব ঝিকিঝিকি দেখা যায়। পবে এই বোদ ছাড়াইয়া পড়ে। তেমনই সূর্য অস্ত যাঁবাব পব বোদ ক্রমে ভূমি হইতে গাছপালাব মাথায় দেখা যায় পবে একেবাবে অদৃশ্য হয়, অথচ তখনও পৃথিবীতে আলো দেখা যায়। সকালে বোদ উঠিবাব পূর্বে সূর্যেব এই স্তিমিত আলো যতক্ষণ পাই তাহাকে **উষা** এবং সন্ধ্যাব ঠিক পূর্বেব ঐরূপ সময়কে **গোধূলি** (Twilight) বলে। বস্তত উষা বা গোধূলি একই কাবণে হইয়া থাকে।

চিত্র দেখিলে বেশ বুঝা যায় গাছটিব মাথায় সূর্যেব বশ্মি পড়িলেও উহার পাদদেশে মোটেই সূর্যেব বশ্মি পৌঁছায় নাই। বৈজ্ঞানিকগণ স্থিৰ করিয়াছেন দিশন্ত হইতে ১৮° নিচে নামিয়া যাঁতে যে সময় লাগে সেই সময় টুকুতে

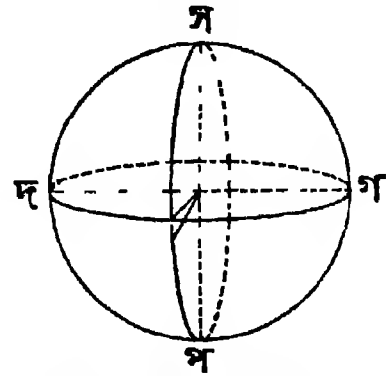
সূর্যেব বশি না পাইলেও আমবা আলোক পাই, অন্ধকার থাকে না—কাজেই



২৫ নং চিত্র—গোধূলির সময় সূর্যেব অবস্থান

এই সময় গোধূলি। কিন্তু দিগন্তেব নিচে ১৮° নামিতে সূর্যেব সকল দেশে একই সময় লাগে না। কাজেই বিভিন্ন দেশে গোধূলিব দৈর্ঘ্য বিভিন্ন।

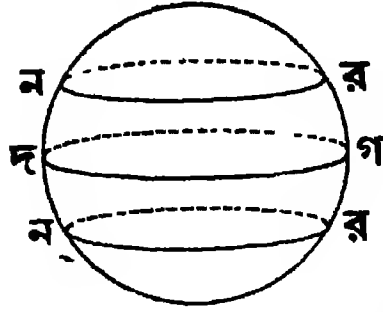
নিরক্ষ প্রদেশে গোধূলির দৈর্ঘ্য :—নিরক্ষ প্রদেশে সূর্যেব পথ স প দিগন্ত বেথা দ গ এব সহিত সমকোণী ভাবে থাকে। কাজেই চক্রবাল বা দিগন্ত হইতে এই খাড়াপথ ধরিয়া ১৮° ডিগ্রী যাইতে সূর্যেব যে সময় লাগে তাহা সূর্যেব অন্য সকল স্থানে এইরূপ চক্রবালের নিচে ১৮° পথ যাইবার সময় অপেক্ষা কম।



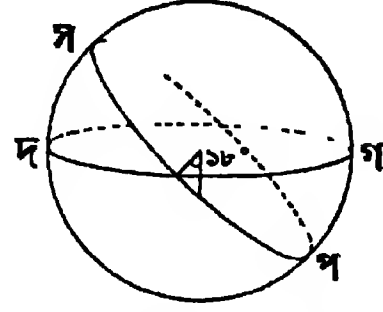
২৬নং চিত্র—নিরক্ষ প্রদেশে গোধূলির দৈর্ঘ্য

মেরুপ্রদেশে গোধূলি :—তোমবা হযত ভূগোলে পড়িয়াছ মেরুপ্রদেশে ছয়মাস দিন ও ছয় মাস রাত্রি। সেখানে দিগন্ত বেথা দ গ ও নিরক্ষ বৃত্ত ন র সমান্তরাল হইয়া যায় এবং সূর্যেব পথ উহাদের সহিত $২৩\frac{১}{২}^\circ$ কোণ করিয়া অবস্থিত থাকে। কাজেই সূর্য সেখানে ছয় মাস চক্রবালের উপবে $২৩\frac{১}{২}^\circ$ পর্যন্ত উঠে উঠে এবং ছয়মাস চক্রবালের নিচে $২৩\frac{১}{২}^\circ$ পর্যন্ত নামিয়া যায়। কিন্তু সূর্যেব চক্রবালের

১৮° নিচে যাওয়া পর্যন্ত সময় গোধূলি। অতএব যে ছয় মাসে সূর্য চক্রবালের নিচে ২৩½° পর্যন্ত থাকে তাহাব বেশীভাগ সময়ই নিচের ১৮° ডিগ্রীর মধ্যে



২১নং চিত্র—মেরু প্রদেশে গোধূলি



২২নং চিত্র—নিবক্ষ প্রদেশ ও মেরু প্রদেশের মধ্যবর্তী প্রদেশে গোধূলি

থাকে। কাজেই সেই সময় গোধূলি। অতএব মেরুদেশে যে ছয়মাস বাত্রি বলিয়া আমবা ধবি তাহাব অধিকাংশ সময়ই গোধূলি। অতএব এত দীর্ঘ বাত্রি বলিয়া আমাদের প্রাণে যে এক অজ্ঞাত আতঙ্কের সৃষ্টি হয় প্রকৃত পক্ষে মেরুপ্রদেশের লোক ততটা আতঙ্ক অনুভব কবে না। নিবক্ষ প্রদেশ ও মেরুপ্রদেশের মধ্যবর্তী স্থানে কি হয় দেখ। সূর্যের পথ স প এবং দিগন্ত দ গ পবম্পব একটি কোণ কবিয়া অবস্থিত। কাজেই সূর্য তির্যক পথ দিয়া দিগন্তে নামিয়া যায়। নিবক্ষ প্রদেশ হইতে যতই মেরুর দিকে যাওয়া যাইবে এই তির্যকতা ততই বাড়িতে থাকিবে। এই তির্যক পথে ১৮ ডিগ্রী নামিতে যে সময় লাগে খাড়াপথে সেই ১৮° ডিগ্রী যাইতে তদপেক্ষা অনেক কম সময় লাগে। মেরু প্রদেশে এই তির্যকতা সর্বাপেক্ষা অধিক। অতএব এই সকল স্থানে গোধূলি, মেরুপ্রদেশের গোধূলি অপেক্ষা কম অথচ নিবক্ষ প্রদেশের গোধূলি অপেক্ষা দীর্ঘ। তাহা হইলে দেখা গেল নিবক্ষ প্রদেশে গোধূলির স্থায়িত্ব সর্বাপেক্ষা কম, মেরু প্রদেশে সর্বাপেক্ষা অধিক এবং মধ্যবর্তী দেশ সমূহে আনুপাতিক ভাবে কম বেশী।

সৌর ও সমক দিন :—একবার সূর্য আকাশের সর্বোচ্চ স্থান হইতে পুনরায় আকাশের সর্বোচ্চ স্থানে উঠিবার মধ্যবর্তী সময়কে সৌর দিন

(Solar day) বলা হয়। কিন্তু পৃথিবীর আঙ্গিক গতির সহিত সূর্যের চাৰিদিকে ঘূৰিবাব জন্ত ইহাব বার্ষিক গতি থাকায় উপযুক্ত সময়টুকু সমান থাকে না, কখনও ২৪ ঘণ্টা হয় কখনও ২৪ ঘণ্টাব কম আবার কখনও বা ২৪ ঘণ্টাব বেশী হইয়া থাকে। বৎসবে এই সমস্ত দিনগুলিব গড় ধৰিয়া আগবা পুৰা ২৪ ঘণ্টায় একদিন ধৰিয়া লইয়াছি, ইহাকেই **সমক দিন** (Mean Solar day) বলে। বৎসবেব মধ্যে ৮ই আশ্বিন ও ৮ই চৈত্র সৌৰ দিন ও সমক দিন সমান। ঐ দুই দিনেব, বাত্ৰি ও দিনেব স্থায়িত্ব সময় সমান।

সৌর ও লৌকিক বৎসর :—পূৰ্বে ধাবণা ছিল ৩৬৫ দিনে পৃথিবী একবাব সূর্যেব চাৰিদিকে ঘূৰিয়া আসে। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে সূর্যেব চাৰিদিকে একবাব ঘূৰিয়া আসিতে পৃথিবীর প্রায় ৩৬৫ দিন ৫ ঘণ্টা ৪৮ মিনিট ৪৭ই সেকেণ্ড সময় লাগিয়া থাকে—এই সময়টুকুই **সৌর বৎসর** (Solar year) বলিয়া কথিত হইয়া থাকে। এইরূপ খণ্ড দিন সংখ্যা লইয়া বৎসব গণনা কৰিতে হইলে অনেক অস্ববিধায় পড়িতে হয়। তাই পণ্ডিতগণ সম্পূর্ণ অথণ্ড সংখ্যক দিন লইয়া **লৌকিক বৎসর** (Civil year) গণনা কৰিয়া থাকেন। সেই হিসাবে ৩৬৫ সমক দিনে এক লৌকিক বৎসব।

মল বৎসর :—খৃষ্ট পূব ৪৬ অব্দে রোম সম্রাট জুলিয়াস সীজাব স্থিৰ কবিলেন সূর্যকে প্রদক্ষিণ কৰিতে পৃথিবীর ৩৬৫ দিন ৬ ঘণ্টা লাগে। উপযুক্ত উপায়ে হিসাব কবিলে দেখা যায় সৌৰ বৎসব এবং লৌকিক বৎসবে মোটামুটি প্রায় ৬ ঘণ্টা তফাৎ হইয়া যায়। তাহা হইলে প্রতি চাৰি বৎসবে একদিনেব তফাৎ হইয়া যাইবে। সেইজন্ত কোন একটি নির্দিষ্ট বৎসব হইতে চতুর্থ বৎসবেব দিন সংখ্যায় ১ দিন বেশী ধৰিতে হয়। সেই বৎসব মোট দিন সংখ্যা ৩৬৬। এইরূপ বৎসবকে **মল বৎসর** (Leap year বা Bissextile year) বলা হয়। তাহা হইলে পব পব চাৰি বৎসবে দিন সংখ্যা $৩৬৫ \times ৪ + ১ = ১৪৬১$ । রোম সম্রাটেব নামানুসারে এইরূপ দিনপঞ্জিব নাম **জুলিয়ান ক্যালেন্ডার** (Julian calendar)।

কিন্তু ইহাতেও কিছু ভুল থাকিয়া যায়। পূর্বে বলা হইয়াছে প্রায় ৩৬৫ দিনে ৫ ঘণ্টা ৪৭ মিনিট ৪৭ সেকেন্ড এক সৌর বৎসর হয়। তাহা হইলে ৩৬৫ দিন ৬ ঘণ্টায় এক বৎসর ধরিলে প্রতি বৎসবে ১১ মিনিট বেশী ধরা হয়। ইহাতে প্রতি ৪০০ বৎসবে ৩ দিন বেশী ধরা হয়। এই ভুল সংশোধন করিবার জন্য প্রতি চাৰিশত বৎসবে পূর্বোক্ত নিয়মে গণিত দিন সংখ্যা হইতে ৩ বাদ দেওয়া হয়। তাহা হইলে ইংরাজী গণনা দেখা যায়—যে সনকে ৪ দিয়া নিঃশেষে ভাগ করা যাইতে পারে তাহাবাই মল বৎসর, কিন্তু যে সনগুলি শতাব্দী অর্থাৎ যে সনের শেষে দুইটি শূন্য থাকে তাহাবা ৪০০ দিয়া বিভাজ্য হইলে তবে মল বৎসর হইবে নতুবা নয়। সেইরূপ হিসাব করিলে দেখা যায় ১৮৪০, ১৯৩৬, ১৯৩২, ১৬০০, ১২০০ প্রভৃতি সনগুলি মল বৎসর, কিন্তু ১৯৩৭, ১৯৩৮, ১৯২২, ১৯১৭ ১৯০০, ১৩০০, ৯০০ প্রভৃতি সনগুলি মল বৎসর নয়। মল বৎসরের ফেব্রুয়ারী মাসে একদিন বেশী ধরা হয়। ১৫৫২ খৃষ্টাব্দে পোপ গ্রিগরী (Pope Gregory XIII) এইরূপ পঞ্জিকা সংস্কার করেন বলিয়া এইরূপ দিনপঞ্জীক নাম গ্রীগরীয় ক্যালেন্ডার (Gregorian calendar)।

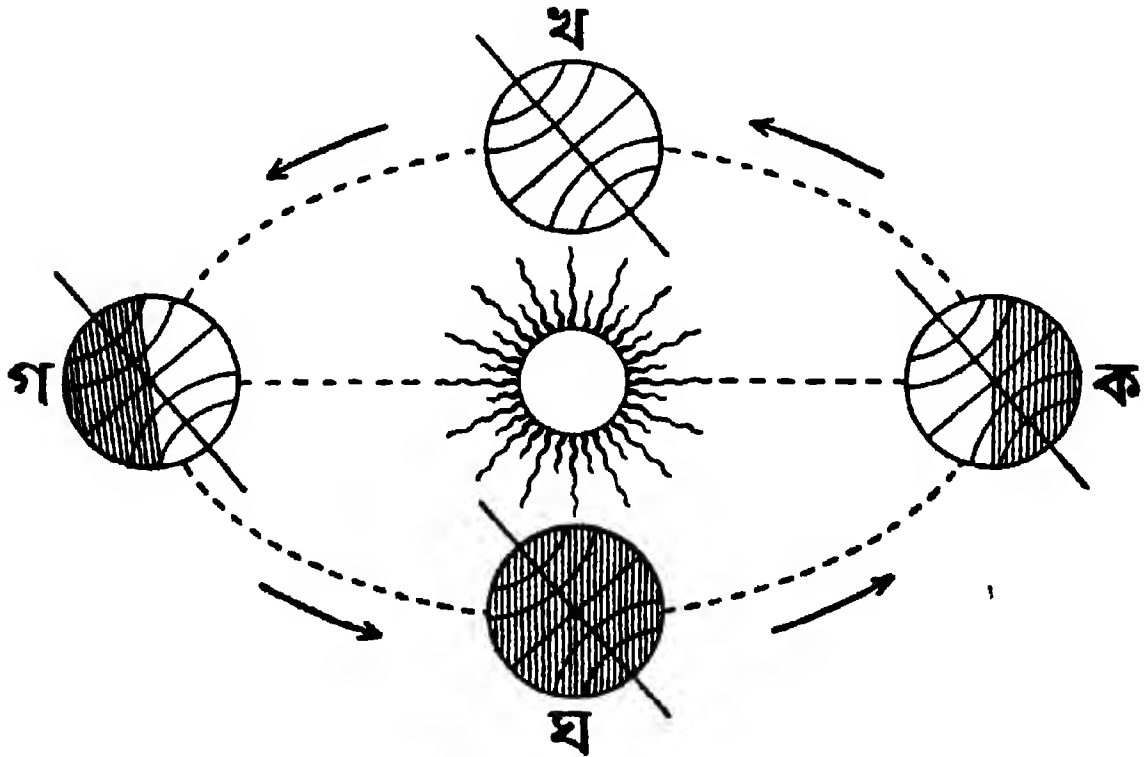
ভাবতীয় হিসাবে প্রতি মাসের দিন সংখ্যা ইংরাজী মাসের দিন সংখ্যার ন্যায় স্থির নহে। কাজেই ভাবতীয় হিসাবে একপ ভাবে বৎসর গণনা হয় না। এপ্রিল মাসের ১৪ই হইতে ৩১শে ডিসেম্বর পর্যন্ত ইংরাজী সন হইতে ৫৯৩ বিয়োগ করিলে এবং ১লা জানুয়ারী হইতে ১৩ই এপ্রিল পর্যন্ত ইংরাজী সন হইতে ৫৯৪ বিয়োগ করিলে বঙ্গাব্দ পাওয়া যায়।

ভাবতীয় হিসাবে সূর্য এক এক বাশিতে যতদিন অবস্থান করে নির্দিষ্ট মাসগুলি ঠিক তত দিনে হয়। সূর্য যখন এক বাশি ছাড়িয়া অপব বাশিতে প্রবেশ করে তখনই সংক্রান্তি। কিন্তু প্রত্যেক বৎসরের নির্দিষ্ট মাসগুলির দিন সংখ্যা সমান থাকে না। কোন বৎসর বৈশাখ মাস ৩১ দিনে হয় আবার কোন বৎসরের বৈশাখ মাস ৩০ দিনেও হয়।

মনে রাখিও সাধারণ বৎসরের প্রথম দিন যে বার শেষ দিনও সেই বার এবং

মল বৈশাখৰ প্ৰথম দিন যে বাৰ, শেষৰ দিন তাহাৰ পৰৱৰ্তী বাৰ হইবে। ইহাৰ কাৰণ অৱশ্য তোমৰা নিজেবাই স্থিৰ কৰিতে পাৰ।

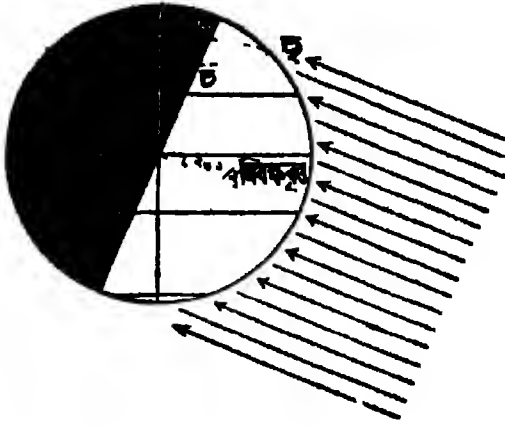
ঋতু পৰিবৰ্তন—পৃথিৱী সূৰ্যৰ চাৰিদিকে ঘূৰিলেও আমাৰ লক্ষ্য কৰিয়া থাকি ধ্ৰুৱ নক্ষত্ৰৰ তুলনায় ইহাৰ অৱস্থান অপৰিবৰ্তনীয়। ইহা হইতে আমাৰ ধৰিয়া লইতে পাৰি পৃথিৱীৰ মেরুদণ্ডৰ (Axis) অৱস্থান একই প্ৰকাৰ। সূৰ্যৰ চাৰিদিকে পৃথিৱী যখনই যেখানে থাকুক না কেন মেরুদণ্ডৰ অৱস্থান সকল সময়েই পৰস্পৰ সমান্তৰাল। কিন্তু পৃথিৱীৰ পৰিভ্ৰমণ কৰিবাব পথ যে তলে অবস্থিত কল্পনা কৰা হয় তাহাৰ সহিত পৃথিৱীৰ বিষুবৰেখা যে তলে অবস্থিত সেই তলটি ২৩ ডিগ্রী ২৮ মিঃ কোণ কৰিয়া অবস্থিত। পৃথিৱীৰ মেরুদণ্ড, বিষুবৰেখাৰ তলেৰ উপৰ লম্বভাবে অবস্থিত। তাহা হইলে পৃথিৱীৰ মেরুদণ্ড সূৰ্যৰ পৰিভ্ৰমণ পথেৰ



২৯নং চিত্ৰ—ঋতু পৰিবৰ্তন

তলেৰ সহিত ৬৬ ডিগ্রী ৩২ মিঃ কোণ কৰিয়া অবস্থিত। পৃথিৱীৰ মেরুদণ্ড সূৰ্যৰ পৰিভ্ৰমণ পথেৰ তলেৰ সহিত তিৰ্যক ভাবে আছে বলিয়াই ঋতু পৰিবৰ্তন হয়।

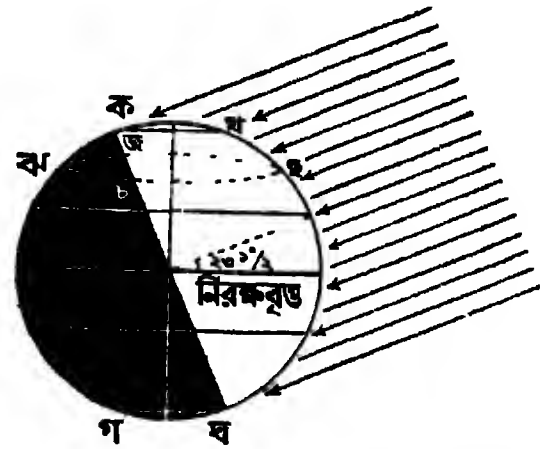
২০ নং চিত্রে সূর্য, সূর্যের চারিদিকে পৃথিবীর পৰিভ্রমণ পথ এবং বংশবের চারিটি নির্দিষ্ট দিনের পৃথিবীর অবস্থান দেখান হইল। পৃথিবীর উত্তর এবং দক্ষিণ মেরু বৃত্ত দুইটি, ক্রান্তি বৃত্ত দুইটি ও নিবক্ষ বৃত্ত ইহাতে প্রদর্শিত হইল। ক খ গ ও ঘ এই চারিটি অবস্থান।



২১শে ডিসেম্বর (গ অবস্থান) পৃথিবীর উত্তর মেরু হেলিয়া সূর্য হইতে সর্বাধিক দূরে থাকে। ফলে উত্তর মেরু, পৃথিবীর কেন্দ্র ও সূর্যের কেন্দ্র যোগ করিলে যে কোণ পাওয়া যায় সেই কোণটি ঐদিন বৃহত্তম অর্থাৎ $২০^{\circ} + ২৩^{\circ} ২৮' = ১১৩^{\circ} ২৮'$ হয়। ঐদিন সূর্য মকব ক্রান্তিতে

৩০ নং চিত্র—সূর্যের মকব ক্রান্তিতে অবস্থান (Tropic of capricorn) খাড়াভাবে কিবণ দেয়। ৩০ নং চিত্রে ব্যাপাট বিপদ ভাবে বুঝাবে। চ ছ জ বৃত্তটির অধিকাংশ অন্ধকারময় আছে, অল্পই সূর্যকর আলোকিত হইয়াছে। ঐদিন সবাপেক্ষা দিন ছোট হয়। ঐদিন উত্তর মেরুর ছয়মাস দীর্ঘ বাত্রির মধ্য বাত্রি এবং দক্ষিণ মেরুতে ছয় মাস দিনের মধ্য দিন।

২১শে জুন (২০ নং চিত্র ক) ঠিক বিপরীত অবস্থা ঘটে। উত্তর মেরু সূর্যের দিকে হেলিয়া থাকে এবং এই অবস্থায় পূর্বোক্ত কোণ $২০^{\circ} - ২৩^{\circ} ২৮' = ৬৬^{\circ} ৩২'$ । এই দিন সূর্য কর্কট ক্রান্তি (Tropic of cancer) উপর খাড়াভাবে কিবণ দেয়। এই সময় উত্তর মেরুতে ছয় মাস ব্যাপী দিনের মধ্যদিন এবং দক্ষিণ মেরুতে ছয় মাস বাত্রির মধ্যবাত্রি। ৩১ নং



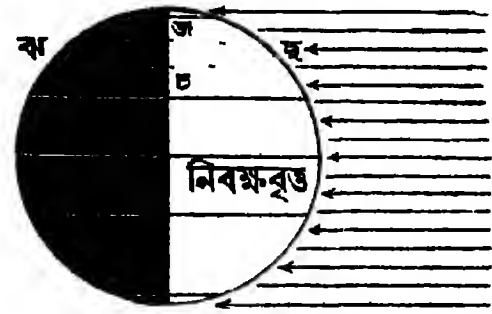
৩১ নং চিত্র—সূর্যের কর্কট ক্রান্তিতে অবস্থান

চিত্রে দেখ চ ছ জ ঝ বৃন্তের অধিকাংশ আলোকিত হইয়াছে। এইদিন, দিন সবচেয়ে বড়।

১০ই চৈত্র এবং ১০ই আশ্বিন পূর্বোক্ত কোণ সমকোণ হয়। আলো এবং অন্ধ-কাবের সীমা এই দুই দিন দুই মেরু দিয়া যায় বলিয়া এই দুই দিন, দিন রাত্রি সমান (৩২ নং চিত্র)।

ধৰিতে গেলে ঋতু প্রধানত চারিটি—শীত, বসন্ত, গ্রীষ্ম ও শরৎ। কিন্তু বৃষ্টির জন্ত বর্ষা বলিয়া আমাদের সুবিধামত একটি ঋতু কল্পনা কবিয়াছি এবং সেইকপ হেমন্তও একটি ঋতু।

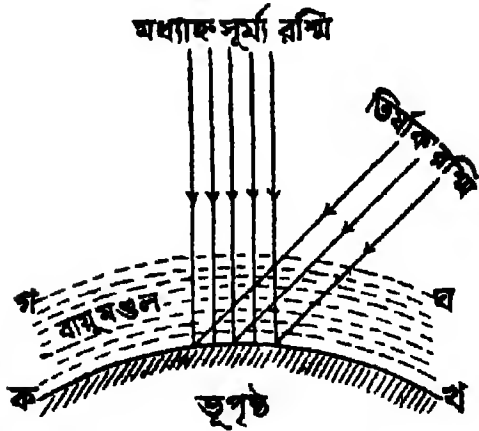
তাহা হইলে দেখা গেল ২১শে ডিসেম্বর (১০ই পৌষ) সূর্য মকর ক্রান্তির উপর খাড়াভাবে কিরণ দেয়। ঐদিন উত্তর গোলাধের সকল স্থানেই দিন বৃহত্তম এবং রাত্রি ক্ষুদ্রতম এবং দক্ষিণ গোলাধের দিন ক্ষুদ্রতম ও রাত্রি বৃহত্তম। আবার ২১শে জুন (১০ই আষাঢ়) ঠিক ইহাব বিপরীত ব্যাপার ঘটে। ঐদিন সূর্য কর্কট ক্রান্তির উপর খাড়াভাবে কিরণ দেয় এবং ঐ দিন উত্তর গোলাধের সকল স্থানে দিন ক্ষুদ্রতম এবং রাত্রি দীর্ঘতম অথচ দক্ষিণ গোলাধের সকল স্থানে দিন দীর্ঘতম এবং রাত্রি ক্ষুদ্রতম।



৩২নং চিত্র—সূর্যের নিবক্ষুবৃত্তে খাড়া কিরণ দান

তোমরা সকলেই জান, দুপুরে সূর্য যখন আমাদের মাথার উপরে উঠে তখন তাহাব তেজ যেমন প্রখর, সকালে পূর্বাকাশে ইহা যখন উঠিতে থাকে, কিংবা বৈকালে পশ্চিমাকাশে যখন ঢলিয়া পড়ে, তখন তেমন প্রখর নয়। সূর্য যে বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন পরিমাণ তাপ দিতেছে তাহা নহে, ইহা সকল সময়েই সমভাবে তাপ দেয়, কিন্তু পৃথিবী উহাব যে অংশ পাইতেছে তাহা সকল সময় সমান নয়। ইহাব কারণ দুপুরে সূর্যকিরণ লম্বভাবে কিংবা প্রায় লম্বভাবে

ভূপৃষ্ঠে পড়ে, কিন্তু সকালে ও বৈকালে ইহা তির্যকভাবে পড়ে। চিত্রে দেখ, ক'খ ভূপৃষ্ঠের অংশ বিশেষে লম্বভাবে আসিলে যে পরিমাণ সূর্য কিরণ পড়ে



৩৩নং চিত্র—ভূপৃষ্ঠে সূর্যকিরণ সম্পাত

শোষণ কবিয়া লয়। চিত্র দেখিলে স্পষ্টই বুঝিতে পারিবে যে তির্যক ভাবে রশ্মি পড়িলে তাহাকে বায়ুস্তর ভেদ কবিয়া আসিতে অধিকতর পথ অতিক্রম কবিত্তে হয়, কাজে কাজেই ইহাতেও সূর্যরশ্মির তেজ মন্দীভূত হয়। এইজন্য আমবা সকাল ও বৈকাল অপেক্ষা দুপুরে বেশী তাপ পাই।

ঠিক এইপ্রকার কাবণেই শীতঋতুতে ও গ্রীষ্মকালে তাপের তারতম্য হয়। গ্রীষ্মকালে সূর্য ঠিক আমাদের মাথার উপর দিয়া চলে, কিন্তু শীতকালে দক্ষিণ দিকে একটু তেলিয়া আকাশপথে যায়, এইজন্য শীতকালে সূর্যকিরণ তির্যকভাবে পৃথিবীতে পড়ে। ইহাব ফলে শীতকালে আমবা সূর্যতাপ কম পাই। ইহা ছাড়া গ্রীষ্মের দিন শীতের দিন অপেক্ষা বড় হয়। আষাঢ় মাসের দিন প্রায় ১৩½ ঘণ্টা, কিন্তু পৌষ মাসের দিন মাত্র ১০½ ঘণ্টা। দিনমান বেশী হওয়ায় গ্রীষ্মকালে মোট তাপ বেশী পাওয়া যায়। এই একই কারণে নিবক্ষপ্রদেশ উষ্ণ, পক্ষান্তরে মেরুপ্রদেশ শীতল, কারণ সাবা বৎসরই সূর্যকিরণ প্রায় সোজাভাবে নিবক্ষপ্রদেশে পড়ে, কিন্তু মেরুপ্রদেশে বৎসরের সকল সময়েই তির্যকভাবে পড়িয়া থাকে।

উপবে বলা হইয়াছে যে, পূর্বাহ্ন ও অপরাহ্ন অপেক্ষা মধ্যাহ্নে আমরা

বেশী তাপ পাই। কিন্তু তাই বলিয়া পৃথিবী-পৃষ্ঠ ঠিক মধ্যাহ্নে সর্বাপেক্ষা উত্তপ্ত হয় না। ইহাব কারণ এই যে পৃথিবী সূর্য হইতে যেমন তাপ গ্রহণ করিতে থাকে, তেমনই সঙ্গে সঙ্গে তাপ বিকিরণও করে। পূর্কোহ্নে যে পরিমাণ তাপ শোষণ কবে, তাহার তুলনায় অতি অল্প তাপই বিকিরণ কবে, এইহেতু উত্তাপ জমিয়া ক্রমেই ভূপৃষ্ঠকে গবম কবে। বিকিরণের আব একটি নিয়ম এই যে, কোনও বস্তুর উষ্ণতা চতুর্পার্শ্বস্থ বস্তুর উষ্ণতা অপেক্ষা যতই অধিক হইবে, উহা হইতে বিকিরিত তাপের পরিমাণ ততই বেশী হইবে। অতএব বেলা পড়িবাব সঙ্গে সঙ্গে ভূপৃষ্ঠ যেমন ক্রমশ গবম হইতে থাকে, উহা ততই বেশী তাপ বিকিরণ করিতে থাকে। বেলা দেড়টা দুইটার সময় পৃথিবীর তাপ-শোষণ ও বিকিরণের হার সমান হয়। তখন তাপ আব জমিতে পাবে না, যাহা কিছু জমিবাব তাহা পূর্বেই জমিয়া থাকে। ভূপৃষ্ঠের এই সময়ের উষ্ণতা সর্বাপেক্ষা অধিক। তাহাবপর বিকালের দিকে পৃথিবী যে পরিমাণ তাপ গ্রহণ কবে তদপেক্ষা অধিক তাপ বিকিরণ কবায় তাহাব তাপক্ষয় হইতে থাকে। বাত্রেও এই তাপ-বিকিরণ-কার্য চলিতে থাকে।

সূর্য্যাবশ্মি পৃথিবীতে আসিবাব সময় বিশুদ্ধ বায়ুকে প্রত্যক্ষভাবে মোটেই উত্তপ্ত কবে না বলিলেও চলে। উহা বায়ুমণ্ডলস্থ জলীয় বাষ্প, কার্বন ডাইঅক্সাইড্, ধূলিকণা প্রভৃতিকে এবং শেষে পৃথিবীপৃষ্ঠে পড়িয়া পৃথিবীকে উত্তপ্ত কবে। এই উত্তপ্ত ভূপৃষ্ঠ এবং উত্তপ্ত জলীয় বাষ্প, কার্বন ডাইঅক্সাইড্ ইত্যাদির সংস্পর্শে আসিয়া, বিশুদ্ধ বায়ু পরিচালনক্রিয়াব দ্বারা উত্তপ্ত হয় ও উপরে উঠিতে থাকে। কিন্তু উপরের বায়ু নির্মল, সেখানে জলীয় বাষ্প এবং ধূলিকণা নাই। তাই পরিচালনক্রিয়াব দ্বারা উষ্ণোৎখিত বায়ু ক্রমেই শীতল হইয়া যায়। এই কারণে উষ্ণের বায়ু নিম্নের বায়ু অপেক্ষা শীতল।

* ভূপৃষ্ঠে আসিতে সূর্য্য বশ্মিকে যে পরিমাণ বায়ুস্তর ভেদ করিতে হয়, পর্বত

শিখবে আসিতে তদপেক্ষা অনেক কম পৰিমাণ বায়ুবাশি ভেদ কৰিতে হয়। এই হিসাবে পৰ্বত শিখৰ ভূপৃষ্ঠ অপেক্ষা গৰম হইবাব কথা। কিন্তু তোমাদেৰ মध्ये যাহাবা দাৰ্জিলিং গিয়াছ, তাহাবা জান দাৰ্জিলিং কলিকাতা হইতে গৰম না হইয়া কত ঠাণ্ডা। ইহাব কাৰণ কি? তীব্রতৰ সূৰ্যকিবণে পৰ্বত শিখৰ নিম্নভূমি অপেক্ষা বেশী তাপ পাইলেও চতুৰ্দ্দিক হইতে শীতল বায়ুবাশি আসিয়া ইহাব তাপ প্ৰচুব পৰিমাণে হৰণ কৰিয়া ইহাকে শীতল কৰে। অধিকন্তু, ভূপৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলেৰ জলীয় বাষ্প, ধূলিকণা ইত্যাদি যেমন ভূপৃষ্ঠেৰ তাপ বিকিবণে বাধা দেয়, পৰ্বত শিখৰেৰ নিৰ্মল বায়ু তাপ বিকিবণে সেকপ বাধা মোটেই দেয় না। এই দ্বিবিধ কাৰণে পৰ্বত শিখৰ অত্যন্ত শীতল।

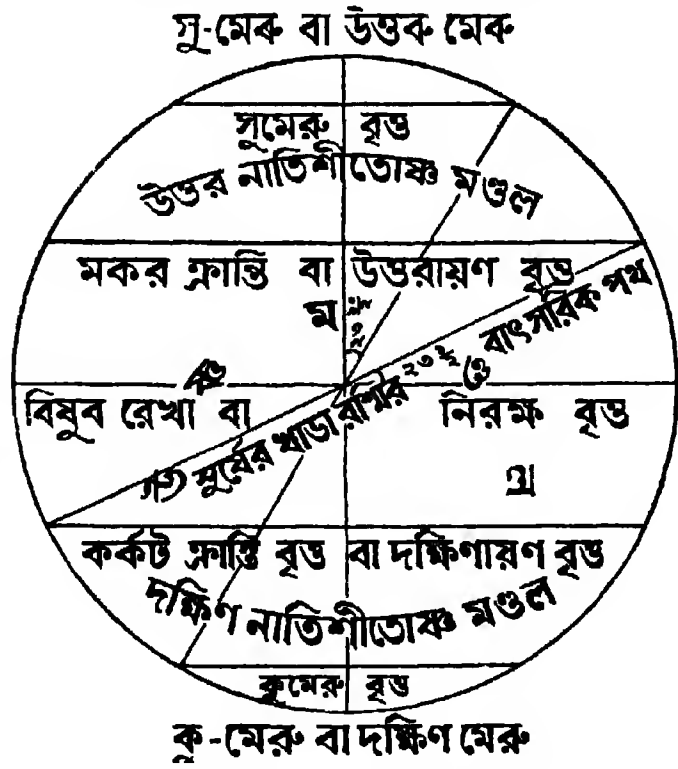
ভূপৃষ্ঠ যখন সূৰ্যকিবণ দ্বাৰা উত্তপ্ত হয়, নিচেৰ বায়ু তাহাব সংস্পৰ্শে আসিয়া উত্তপ্ত হয় এবং প্ৰসাৰিত হইয়া লঘু হয়। তখন পৰিচলন ক্ৰিয়া আবন্ত হয়—গৰম বায়ু উপেৰ উঠিয়া যায় এবং পাৰ্শ্ববৰ্তী শীতল বায়ু ছুটিয়া আসে। ফলে বায়ু বাশিতে বাতাসেৰ সৃষ্টি হয়।

সূৰ্যকিবণেৰ তাপেই সমুদ্ৰ, নদনদী ও তড়াগেৰ জল বাষ্পে পৰিণত হয়। জলীয় বাষ্প বায়ু অপেক্ষা লঘু বলিয়া উপেৰে উঠিতে থাকে এবং উচ্চস্তৰেৰ শীতল বায়ুৰ সংস্পৰ্শে আসিয়া জমিয়া মেঘেৰ উৎপত্তি কৰে এবং সেই মেঘ হইতে বৃষ্টি হয়। বৃষ্টিৰ জল আৰাব পৰত গাত্ৰ ও ভূপৃষ্ঠ বহিয়া নদনদী পুষ্ট কৰে ও শেষে সমুদ্ৰে আসিয়া পতিত হয়। বৎসৰেৰ যে সময় সৰ্বাধিক বৃষ্টি হয় সেই সময় আগাদেৰ বৰ্ষাকাল তাহা পূৰ্বেই বলা হইয়াছে।

পৃথিবীৰ সকল স্থানে বৎসৰেৰ সকল সময় সূৰ্য-একইৰূপে কিবণ দেয় না। বলিয়া ইহাব পৃষ্ঠে শীতগ্ৰীষ্মেৰ তাৰতম্য লক্ষিত হয়। এই তাৰতম্যাক্তসাবে পৃথিবী পৃষ্ঠকে পাঁচ ভাগে ভাগ কৰা হয়।

বিষুব রেখা হইতে $২৩\frac{১}{২}^{\circ}$ উত্তৰে মকৰ ক্ৰান্তিবৃত্ত এবং $২৩\frac{১}{২}^{\circ}$ দক্ষিণে কৰ্কট-ক্ৰান্তি বৃত্ত। ইহাব মধ্যবৰ্তীস্থানে সূৰ্য বাবমাসই কোন না কোন ভাষে খাড়াভাবে কিবণ দিয়া থাকে। উক্ত বৃত্ত দুইটিক মধ্যবৰ্তী যে কোন

স্থানে সূর্য খাড়া ভাবে কিরণ দেয় এবং অন্য স্থানগুলিতে তির্যকভাবে কিরণ পড়ে, কিন্তু তির্যকতা অধিক নহে। সেইজন্য এই অংশ পৃথিবীর অপবাংশ হইতে উষ্ণতর বলিয়া এই স্থানটুকুর নাম **উষ্ণমণ্ডল** (Torid zone)। সূর্যমক এবং কুমেরু হইতে $২৩\frac{১}{২}^{\circ}$ ডিগ্রী দূরে যথাক্রমে **সূর্যমক বৃত্ত** ও **কুমেরু বৃত্ত**। সূর্যমক বৃত্তের উত্তরদিকে এবং কুমেরু বৃত্তের দক্ষিণ দিকে সূর্যবশ্মির তির্যকতা সকল সময়ে অবিকল বলিয়া এই স্থানগুলি সর্বাপেক্ষা শীতল। এই সকল স্থানে বাবমাসই জল জন্মিয়া বরফ হইয়া থাকে। তাই ইহাদের নাম **হিমমণ্ডল** (Frizid zones)। ক্রান্তিবৃত্তদ্বয় হইতে মেরু বৃত্তদ্বয়ের মধ্যবর্তী স্থান দুইটিতে সূর্যবশ্মির তির্যকতা মাঝামাঝি বলিয়া এই দুই স্থানে শীতের বা গ্রীষ্মের তীব্রতা নাই। সেই জন্য এই দুইটি স্থানের নাম **নাতিশীতোষ্ণ মণ্ডল** (Temperate zones)।



৩৪ নং চিত্র—পৃথিবীর বিভাগ

পৃথিবীর মেরুদণ্ড হেলিয়া থাকার জন্যই পৃথিবীতে শীত গ্রীষ্ম, দিন বাত্মির অল্পাধিক স্থায়িত্ব ইত্যাদি এত বৈষম্য সৃষ্টি হইয়াছে। কিন্তু যদি পৃথিবীর মেরুদণ্ড সূর্যের চারিদিকে ঘুরিবার জন্য পৃথিবীর পথের তলেব সহিত সমকোণী ভাবে থাকিত তবে এ সকল বৈষম্য কিছুই ঘটিত না, পৃথিবীর সর্বত্র দিন বাত্মির সমান হইত এবং শীত গ্রীষ্মের অল্প তাবতম্য হইলেও এত অধিক হইত না।

•• সংক্ষেপ :- পৃথিবী আপন মেরুদণ্ডের চারিদিকে ঘুরিয়া দিনরাত্রি সৃষ্টি করে। সূর্যের

চারিদিকে ঘুরিয়া আসিতে ইহাব এক বৎসর লাগে। সৌর বৎসর ও লৌকিক বৎসর এক নহে। সৌরদিন বা সমক দিন তদ্রূপ এক নহে। মল বৎসরের কেন্দ্রস্থাবী মাস সাধারণ বৎসরের কেন্দ্রস্থাবী মাস অপেক্ষা এক দিন বেশী। যে সকল ইংবাজী সালকে ৪ দিয়া নিঃশেষে ভাগ করা যায় তাহারা মলবৎসর এবং যে সকল শতাব্দীকে ৪০০ দিয়া ভাগ করা যায় তাহারাও মল বৎসর। সাধারণ বৎসরের প্রথম দিন যে বার হয় শেষ দিনও সেই বার। পৃথিবী সূর্যের চারিদিকে যে পথে পরিভ্রমণ করে সেই পথের ভলের চহিত পৃথিবীর মেরুদণ্ডের তির্যকতার জন্ত ঋতুপরিবর্তন হয়। মেরু-প্রদেশেব দিকে কখনও দিন যেমন রাত্রি অপেক্ষা বড় হয় আবার কখনও তেমনই রাত্রি অপেক্ষা দিন বড় হয়। নিরক্ষ প্রদেশে দিন রাত্রি সমান। নিরক্ষ প্রদেশ উষ্ণতম, কারণ বৎসরের সকল সময়ই সূর্য ইহার কোন না কোন অংশে ঝাড়া ভাবে কিরণ দেয়। পক্ষান্তরে মেরুপ্রদেশগুলি শীতলতম, কারণ বারমাসই সেখানে সূর্যেব কিরণ তির্যক ভাবে পড়ে। সন্ধ্যা বা সকল অপেক্ষা দুপুরে এবং শীত অপেক্ষা গ্রীষ্মকালে সূর্যরশ্মি তীব্রতর হয়। ঠিক দুপুরে পৃথিবীপৃষ্ঠ অধিকতম উত্তপ্ত হয় না, একটু পরে হয়। উত্তরেব বায়ু সূর্যের নিকটতর হইলেও নিম্নেব বায়ু অপেক্ষা শীতল। শীত গ্রীষ্মের তারতম্য অনুসাবে পৃথিবীর পৃষ্ঠ পাঁচ ভাগে বিভক্ত।

পঞ্চম প্রশ্নমালা

১। গোখুলি বা উষা কেন হয়? কোন দেশে উষাবা কতক্ষণ স্থায়ী হয় তাহাব কাবণ সবিস্তাবে লিখ। অথবা মেরু প্রদেশ অপেক্ষা নিরক্ষ প্রদেশেব গোখুলির দৈর্ঘ্য বেশী কেন?

(Why do the twilights happen? State the reason in detail how it lasts in different countries? or Why the twilights in Polar regions are longer than those in equatorial region?)

২। নিম্নলিখিতগুলি কি বুঝাইয়া দাও:

সৌর দিন, সৌর বৎসর, লৌকিক বৎসর ও মল বৎসর।

(Explain what are the following :—Solar day, Solar year, Civil year and leap year.)

৩। জুলিয়ান ক্যালেন্ডার এবং গ্রীগরীয় ক্যালেন্ডারে প্রভেদ কি বুঝাইয়া দাও।

(Explain what is the difference between the Julian Calendar and the Gregorian Calendar?)

৪। ১৮৪২ খৃষ্টাব্দের মার্চ মাস বাংলার কত সাল ছিল এবং ১৯৮৪ খৃষ্টাব্দের মে মাস বাংলার কত সাল হইবে?

(State the corresponding years of Bengali Calendar in March 1842 and May 1984)

৫। ঋতুপরিবর্তন কেন হয় চিত্র সাহায্যে বুঝাইয়া দাও।

(Explain the change of seasons by a diagram.)

৬। দিন রাত্রি কোথায় কত পরিমাণ কমে বা বাড়ে এবং কেন কমে বা বাড়ে বুঝাইয়া লিখ।

(Explain with reasons of Variation in duration of days and nights in different countries)

৭। সকাল বা সন্ধ্যা অপেক্ষা দুপুরে এবং শীত অপেক্ষা গ্রীষ্মকালে সূর্য রশ্মি তীব্রতর বলিয়া বোধ হয় কেন ? (Why the mid-day is hotter than the morning and the summer than the winter ? (কলি: বিখ: ১৯৪০)

৮। ঠিক দুপুরে কি পৃথিবীপৃষ্ঠ সবথিক উত্তপ্ত হয় ? কারণ কি ?

(Is just mid-day the hottest part of the day ? State reason)

৯। উর্ধ্ব বায়ু নিম্ন বায়ু অপেক্ষা শীতল কেন ? উচ্চ বলিয়া দার্জিলিং সূর্যের নিকট হইলেও কলিকাতা হইতে শীতল কেন ?

(Why the upper atmosphere is colder than the lower ? Darjeeling is at a higher altitude than Calcutta and nearer to the sun ; why it is colder than Calcutta)

১০। শীতগ্রীষ্মব তাবতম্য অনুসারে পৃথিবীপৃষ্ঠ কয়ভাগে বিভক্ত তাহাদেব নাম এবং অবস্থান চিত্র সাহায্যে দেখাইয়া দাও।

(Show by a diagram the different zones of the earth with their positions)

ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ

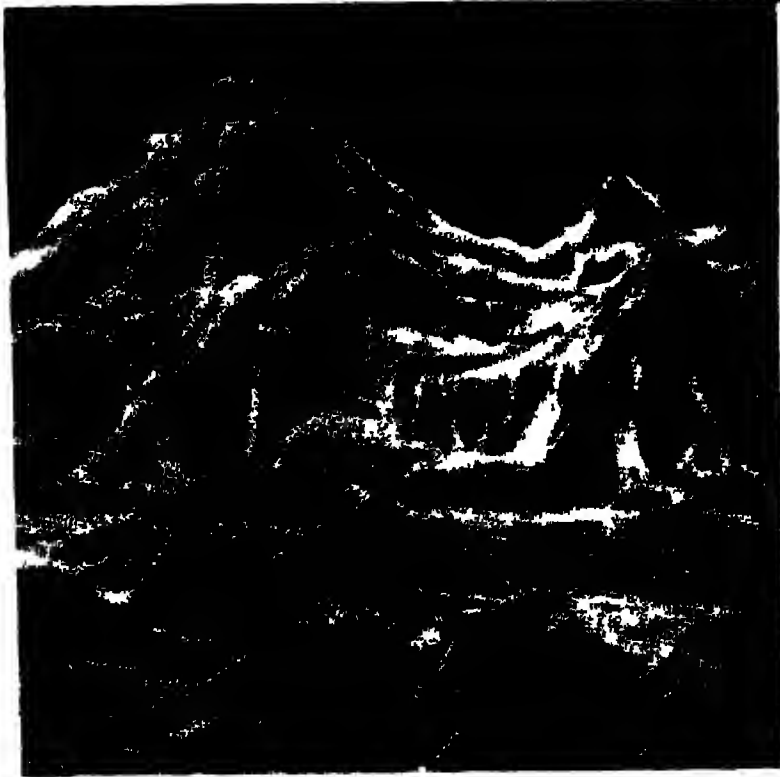
চন্দ্র, চন্দ্রকলা ও চান্দ্র বৎসর

চন্দ্র পৃথিবীর উপগ্রহ। খালি চোখে ইহাকে আয়তনে প্রায় সূর্যের মত দেখাইলেও ইহাব আয়তন সূর্যের আয়তন অপেক্ষা অনেক ছোট। এমন কি ইহাব আয়তন পৃথিবীর আয়তনের পঞ্চাশ অংশের এক অংশ মাত্র। ইহাব ব্যাস ২১৬০ মাইল অর্থাৎ প্রায় পৃথিবীর ব্যাসের চারি অংশের একাংশ। নভোমণ্ডলস্থ জ্যোতিষ্ক গণের মধ্যে ইহা আমাদের পৃথিবীর নিকটতম বলিয়া ইহাকে এত বড় দেখায়। পৃথিবী হইতে চন্দ্রের দূরত্ব মাত্র দুই লক্ষ চল্লিশ হাজার মাইল। চন্দ্রের ওজন পৃথিবীর ওজনের আশি ভাগের এক ভাগ মাত্র, জ্যোতির্বিদগণ বলেন ইহা পূর্বে পৃথিবীরই অংশ ছিল, কিন্তু জোবে ঘূর্ণনের ফলে পৃথক হইয়া গিয়াছে, যেমন অন্যান্য গ্রহ-উপগ্রহের সৃষ্টি হইয়াছে।

সূর্য যেমন কেন্দ্রে অবস্থিত থাকিয়া মহাকর্ষের নিয়মে গ্রহগণকে আপনার চারিদিকে ঘুরাইতেছে পৃথিবীও সেইরূপ চন্দ্রকে আপনার চারিদিকে ঘুরাইতেছে। চন্দ্র গোলাকাক কঠিন বস্তু কিন্তু সূর্যের ত্রায জলন্ত নহে, শীতল। ইহাব নিজের আলোক নাই, সূর্যের আলোক ইহাব উপর পতিত হইয়া প্রতিফলিত হইলে তবেই আমরা ইহাকে উজ্জল দেখিতে পাই। খালি চোখে চন্দ্রকে দেখিলে ইহাব মধ্যে অনেকগুলি কাল দাগ দেখা যায়—ইহাদিগকে চন্দ্রের কলঙ্ক বলে।

বৈজ্ঞানিকগণ মনে করেন চন্দ্রপৃষ্ঠ মসৃণ নহে—অত্যন্ত অসমান এবং ইহাতে বহু বড় বড় পাহাড় পর্বত এবং নির্বাণিত আগ্নেয়গিরি আছে। ঐ সকল পর্বতের ছায়া চন্দ্র পৃষ্ঠে পড়ে বলিয়া চন্দ্র পৃষ্ঠে এই কাল দাগ পড়িয়াছে। নির্বাণিত

আগ্নেয়গিবির মুখগুলি বড় বড় গহ্বরবের জায় দেখায়। ঐ সকল মুখ হইতে নিশ্রাব নির্গত হইয়া চন্দ্রপৃষ্ঠ ভ্রমস্তূপে আচ্ছাদিত হইয়া আছে। চন্দ্রে যে সকল পাহাড় পর্বত আছে তাহাদের কোন কোনটি প্রায় বিশ হাজার ফুট উচ্চ।



৩৫নং চিত্র - চন্দ্র পৃষ্ঠে পাহাড়, পর্বত ও আগ্নেয় গিবি

সে তুলনায় পৃথিবীর উচ্চতম পর্বতশৃঙ্গ গৌবীশঙ্কর ২৯০০০ ফুট উচ্চ। চন্দ্রেব তিনটি বিখ্যাত আগ্নেয় গিবির নাম টাইকো (Tycho), কোপারনিকাস (Copernicus), কেপ্লার (Kepler)। চন্দ্রেব গভীরতম গহ্বরটি প্রায় ২০০০০ ফুট গভীর। পূর্বেই বলা হইয়াছে চন্দ্র শীতল। তথাপি ইহাব যে দিক সূর্যেব দিকে থাকে সেই দিক অত্যন্ত গরম এমন কি সেখানে ঠাণ্ডা জল বাখিয়া দিলে ফুটিয়া উঠিবে। সূর্যেব বিপরীত দিকে তাহা অত্যন্ত শীতল এবং এত ঠাণ্ডা যে পৃথিবীর যে কোন পদার্থ ই সেখানে জমিয়া কঠিন হইয়া যাইবে। চন্দ্রে জল

বা বায়ু কিছুই নাই। অতএব যে সকল জীব বা উদ্ভিদ উহাদের উপর নির্ভর করে তাহারা চন্দ্রে অবস্থান করিতে পারে না।

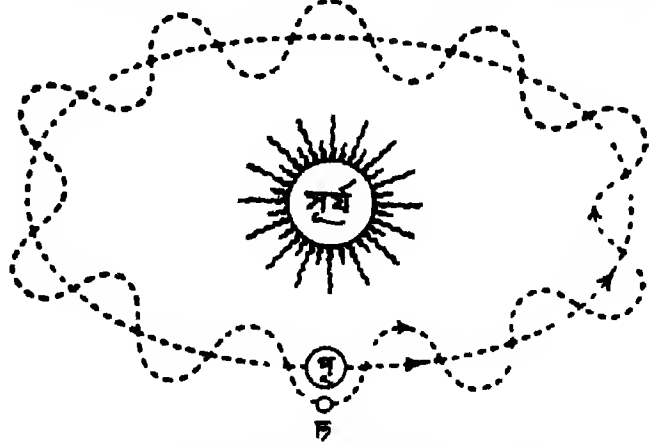
চন্দ্র আয়তনে ছোট এবং ওজনে কম বলিয়া ইহাব অভিকর্ষও (Gravity) কম। তাই পৃথিবীতে যে লোক ৫ ফুট উচ্চ লাফাইতে পারে, চন্দ্রে গিয়া লাফাইতে পাইলে সেই লোকই বহু উচ্চে লাফাইতে পারিবে। এই জন্য যে সকল নিম্নাব আগ্নেয়গিরি হইতে নির্গত হয় তাহারা চন্দ্রেব কেন্দ্রে বেশী আকর্ষিত হয় না বলিয়া সঙ্কুচিতও হয় না, কাজেই ইহাব স্তূপ বা অন্য পাহাড় পর্বতগুলি এত উচ্চ হইবার সুবিধা পাইয়াছে। এই অভিকর্ষ কম হওয়ায় চন্দ্র পৃষ্ঠে বায়ু থাকিতে পায় নাই। চন্দ্র পৃষ্ঠে বায়ুব আগদানি করিলেও তাহারা চন্দ্র পৃষ্ঠ ছাড়িয়া পলাইয়া যাইবে। এই একই কারণে চন্দ্র পৃষ্ঠেব জল সূর্যকিরণে বাষ্পীভূত হইয়া অগত্য চলিয়া যাইবে।

চন্দ্রেব নিজের কোন আলোক নাই, পৃথিবী একথা বলা হইয়াছে। সূর্য বিবর্ণ চন্দ্রেব উপর পতিত হইলে তাহাই প্রতিফলিত হইয়া চন্দ্রকিরণরূপে আমাদের চোখে লাগে।

অমাবস্ত্যাব দিন আকাশে চন্দ্র থাকে না, চন্দ্রেব আলো পাই না বলিয়া সেদিন পৃথিবী গাঢ় অন্ধকারমগ্ন থাকে। প্রতিপদ, দ্বিতীয়া তৃতীয়াব চন্দ্র কাস্তেব ফলাব স্রাব হইতে ক্রমে সপ্তমী, অষ্টমীতে অর্ধবৃত্তেব স্রাব হইয়া পূর্ণিমার দিন পূর্ণ বৃত্ত রূপে দেখা দেয়। সে দিন সমস্ত পৃথিবী জ্যোৎস্নায় ভরিয়া যায়। প্রতিপদ হইতে পূর্ণিমাব দিন পর্যন্ত প্রায় ১৫ দিনকে **শুরুপক্ষ** বলে। পূর্ণিমাব পর পুনরায় প্রতিপদ হইতে কমিতে আবস্ত করিয়া অবাস্ত্যাব দিন ইহা একেবারে অদৃশ্য হইয়া যায়। এই পনব দিন **কৃষ্ণপক্ষ**। প্রতিদিন চন্দ্রেব যতটুকু অংশ ক্ষয় পায় বা যতটুকু অংশ বৃদ্ধি হয় তাহাকে **চন্দ্রকলা** (Phase) বলে। চন্দ্রকলাব হ্রাস বৃদ্ধিব কারণ পবে বর্ণিত হইবে।

গ্রহগণের স্রাব চন্দ্রও স্বীয় মেরুদণ্ডেব চারিদিকে ঘূরে এবং সঙ্গে সঙ্গে পৃথিবীর চারিদিকেও ঘুরিতেছে। কাজেই চন্দ্রকে আবার সূর্যেব চারিদিকেও

ঘূৰিতে হইতেছে, তাহা হইলে চন্দ্র একটি তাবের পাকান স্প্রিংএব জায় পথে সূৰ্যের চাৰিদিকে ঘূৰিতেছে। চিত্র দেখিলেই পৃথিবী ও চন্দ্রের গতিপথ বুঝিতে পারিবে। পৃথিবী যদি স্থিৰ থাকিত তবে পৃথিবীর চাৰিদিকে একবার পরিভ্রমণ কৰিয়া আসিতে চন্দ্রের প্রায় ২৭৬ দিন লাগিত, কিন্তু ঐ সময়ের মধ্যে পৃথিবী আপন পথে কিছু অগ্রসৰ হইয়া যায়।

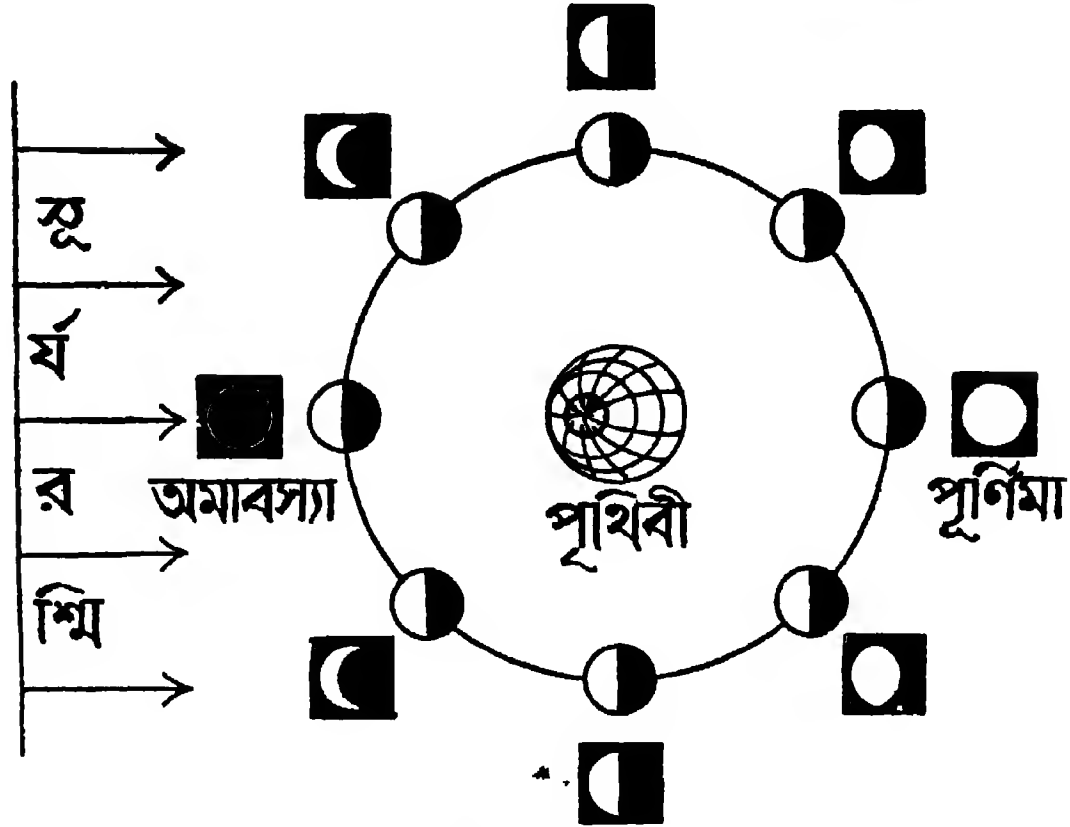


৩৬নং চিত্র—সূৰ্যের চাৰিদিকে পৃথিবী এবং তাহাব চাৰিদিকে চন্দ্রের পথ

পৃথিবীর এই অগ্রগতির জন্ত ইহাকে পৰিক্রমণ কৰিতে চন্দ্রের আবও প্রায় দুইদিন অধিক লাগিয়া যায়। তাই প্রায় ২৯½ দিনে চন্দ্র পৃথিবীর চাৰিদিকে ঘূৰিয়া আসে বলিয়া মনে হয়। এই ২৯½ দিনে দুই পক্ষ বা একটি চান্দ্র মাস (Lunar month)। এই সময় পৃথিবীর তুলনায় চন্দ্র বিভিন্ন অবস্থানে থাকে। কিন্তু সূর্য ইহাব মাত্র অর্ধাংশ আলোকিত কৰে। পৃথিবী হইতে সকল সময় এই আলোকিত অর্ধাংশের সমস্তটুকু দেখাব সুবিধা ঘটে না। কখন এই আলোকিত অংশের কিছু মাত্র দেখা যায় না, কোনদিন বা আলোকিত অংশের অংশ মাত্র, আবার কোনদিন আলোকিত অংশের সম্পূর্ণই দেখা যায়। যেদিন আলোকিত অংশ একেবারে দেখা যায় না সেদিন অমাবস্তা এবং যে দিন সম্পূর্ণ আলোকিত অংশ দেখা যায় সেই দিন পূর্ণিমা এবং মধ্যবর্তী দিনগুলি এক একটি তিথি। কোন্ তিথিতে চন্দ্রকে কিরূপ দেখায় তাহা চিত্র হইতে বুঝিতে পারা যাইবে।

চন্দ্র যখন ঘূৰিতে ঘূৰিতে ঠিক সূর্য ও পৃথিবীর মাঝে আসিয়া পৌছায় তখন সূর্য ইহাব যে অর্ধাংশ আলোকিত কৰে সেই অর্ধাংশ পৃথিবী হইতে দূরে থাকে কাজেই সে অংশ পৃথিবী হইতে দেখা যায় না, অন্ধকাবময় অর্ধাংশ দৃষ্টিগোচৰ হয়—কাজেই তখন অমাবস্তা। কিন্তু চন্দ্র যখন ঠিক বিপরীত অবস্থানে

আসে অর্থাৎ পৃথিবী যখন চন্দ্র ও সূর্যের মাঝামাঝি থাকে তখন বিপরীত ব্যাপার ঘটে। কাজেই তখন পূর্ণিমা। অপবাপব দিন অগ্ন্যান্ত তিথি।



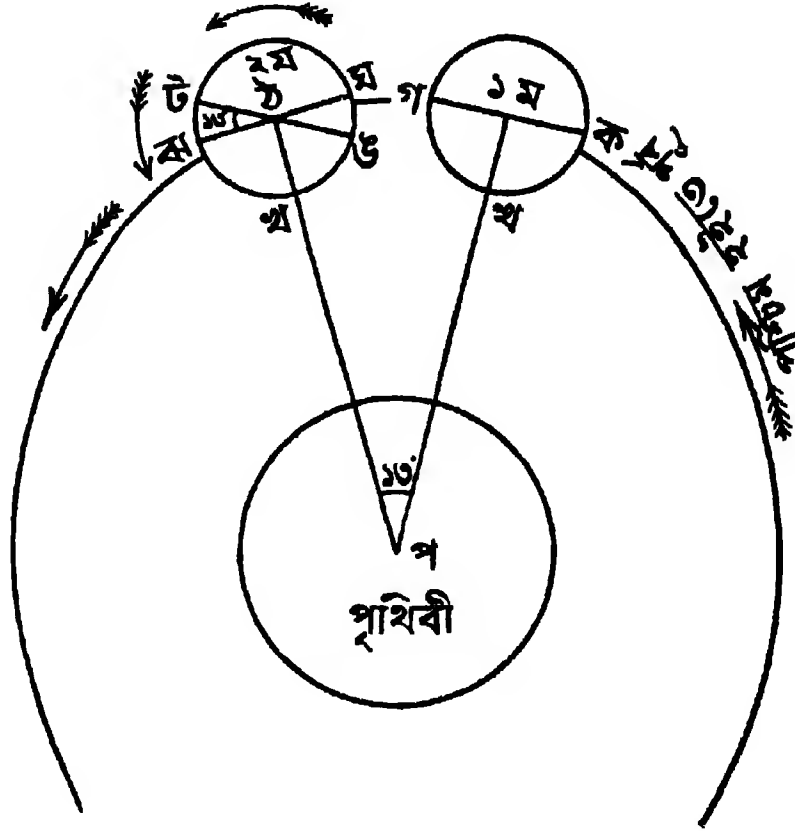
৩৭নং চিত্র—চন্দ্রকলা

পৃথিবীর চারিদিকে একবার পৰিব্রমণ কবিত্তে চন্দ্রের ২৭½ দিন (২৭ দিন ৭ ঘণ্টা ৪৩ মিঃ) লাগে এবং ঐ সময়ের মধ্যেই একবার স্বীয় মেরুদণ্ডের চারিদিকে ঘুরিয়া আসে। কিন্তু চন্দ্রের একই দিক চিবকাল পৃথিবীর দিকে থাকে। ৩৮ নং চিত্রে পৃথিবীর চারিদিকে ঘুরিবাব কালে চন্দ্রের দুইটি স্থানের অবস্থান ধরিয়া ব্যাপারটি বুঝান হইল।

মনে কব যেদিন চন্দ্র ১ম স্থানে আছে তাহার পরদিন ২য় স্থানে যায়। ২৭½ দিনে চন্দ্র পৃথিবীর চারিদিকে অর্থাৎ ৩৬০° ঘুরে। অতএব একদিনে $360 \div 27.5 = 13^\circ$ পথ পূর্বদিকে অতিক্রম কববে।

যদি চন্দ্র আপনাব মেরুদণ্ডের চারিদিকে না ঘুরিত তাহা হইলে ইহার ব্যাস কণা ২য় অবস্থানে ইহার সহিত সমান্তরালভাবে ওট অবস্থানে থাকিত এবং তাহা

হইলে ও খ ট, ক খ গ অংশেব নূতন অবস্থান হইত। তাহা হইলে ঘ ও ঝ এই অংশটি দেখিতাম। কিন্তু একদিনে চন্দ্র ১৩° ডিগ্রী ঘূরিয়াছে, সুতরাং ও ট



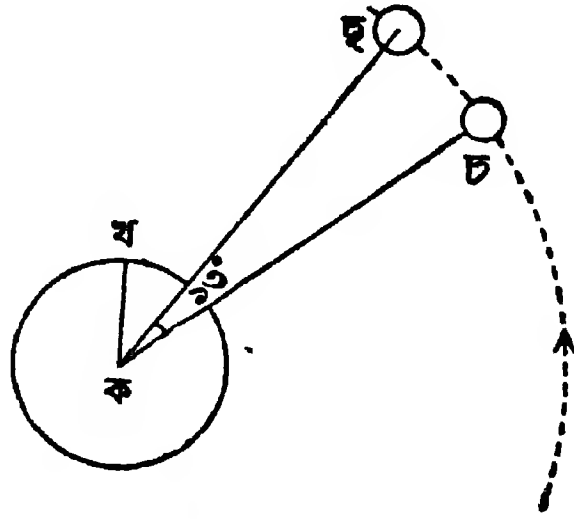
৩৮ নং চিত্র—প্রত্যহ চন্দ্রের একই অংশ দেখা যাইবার কারণ

ব্যাস পূর্বদিকে ঘূরিয়া ঘ ঝ অবস্থানে আসিবে। অর্থাৎ ও খ ট অংশ ঘ ও ঝ অংশেব সঙ্গে মিশিয়া যাইবে এবং এই অংশই পৃথিবী হইতে দেখা যাইবে। কিন্তু প্রথম অবস্থানে ঠিক এই অংশ দেখা গিয়াছিল। অতএব প্রত্যহই কেবলমাত্র চন্দ্রের একই অংশ দেখা যাইবে।

তোমরা হয়ত লক্ষ্য করিয়াছ চন্দ্র প্রত্যহ একই সময়ে উদিত হয় না—প্রত্যহ প্রায় ৫০-৬ মিনিট বা দুই দণ্ড পব পব উদিত হয়।

মনে কর কোন একদিন পৃথিবী পৃষ্ঠে ক স্থানে আমাদের অবস্থিতি। সে দিন চন্দ্রের অবস্থিতি চু স্থানে। ২৪ ঘণ্টার পবে আমরা পৃথিবী পৃষ্ঠে পুনরায় ঠিক

ক স্থানেই আসিব, কিন্তু চন্দ্র তখন চ হইতে ১৩° পূর্বে সবিয়া ছ স্থানে অবস্থান করিতেছে। এই ১৩° ডিগ্রী পথ অতিক্রম করিতে পৃথিবীর প্রায় $৫০\frac{১}{২}$ মিঃ কাল লাগিয়া যায়। তাই প্রত্যহ এই $৫০\frac{১}{২}$ মিঃ কাল পব পব চন্দ্র উদিত হয়।



৩৯ নং চিত্র—চন্দ্রের বিশেষ উদয়ের কাণ

পূর্বে নক্ষত্র দিনের কথা বলা হইয়াছে। বাবটি বাশি অর্থাৎ সাতাইশ নক্ষত্র অতিক্রম করিতে সূর্যের এক বৎসর লাগে, কিন্তু এই সাতাইশটি নক্ষত্র অতিক্রম করিতে চন্দ্রের মাত্র ২৭ দিন লাগে। এই ২৭ দিনে পৃথিবী সূর্যের চারিদিকে ইহার পথে মোটামুটি ২৭° ডিগ্রী চলিয়া যায়। এই ২৭ পথ অতিক্রম করিতে চন্দ্রের আবাব $২\frac{১}{২}$ দিন লাগিয়া যায়। তাই আপাত দৃষ্টিতে চন্দ্রের ২৭টি নক্ষত্রকে অতিক্রম করিতে মোট $২৭ + ২\frac{১}{২} = ২৯\frac{১}{২}$ দিন লাগে। এই $২৯\frac{১}{২}$ দিনে এক চান্দ্রমাস। ইহাও এই পবিচ্ছেদে বলা হইয়াছে। ১২টি চান্দ্রমাসে এক চান্দ্রবৎসর (Lunar year)। পূর্বে সকল দেশে সকল সম্প্রদায়েব মধ্যে চান্দ্রমাস বা চান্দ্রবৎসর প্রচলিত ছিল এবং সেই হিসাবে পার্বনাদি হইত। কিন্তু দেখা যায় সাধারণ বৎসরের তুলনায় চান্দ্রবৎসর ১১ দিন কম। কাজেই কোন

এক নির্দিষ্ট বৎসবেব কোন এক নির্দিষ্ট তিথিতে যে পার্বণ হয় চান্দ্রবৎসব হিসাবে পববর্তী পার্বণ সাধাবণ বৎসবেব সেই দিনেব ১১ দিন আগে পড়িবে। তাহা হইলে যে পার্বণ একবার শীতকালে পড়ে, সময়ে সেই পার্বণই গ্রীষ্মকাল বা অন্য সময়েও পড়িতে পারে। ইহাতে ব্যবহারিক জগতে অনেক অসুবিধা হয় বলিয়া চান্দ্রবৎসব হিসাবে পার্বণাদিৰ গণনা মুসলমান সম্প্রদায় ভিন্ন অন্য সম্প্রদায়েব মধ্যে দেখা যায় না। তাই তাঁহাদেব পার্বণগুলি সময় ক্রমে বৎসবেব যে কোন ঋতুতে ঘটতে পারে।

কিন্তু খৃষ্টানদিগেব একপ গণনা নহে। ২১শে মার্চেব পব যে পূর্ণিমা পড়ে এবং তাহাব পব যে সোমবাব, তাহাই তাঁহাদেব **ইষ্টার মন্ডে** (Easter Monday) এবং ঠিক তাহাব পূর্বেব শুক্রবাবটি তাঁহাদেব **গুড্‌ফ্রাইডে** (Good Friday)। বাজেই ববাববই তাঁহাদেব এই পার্বণগুলি শীতকালেই পড়িতেছে এবং পড়িবে। সেইরূপ অন্যান্য পার্বণগুলিও বৎসবেব নির্দিষ্ট সময়ে পড়ে।

দেখা গিয়াছে মোটামুটি ৩৬৫ দিনে এক সৌর বৎসব এবং ৩৫৪ দিনে এক চান্দ্র বৎসব হয়। ঐ দুইটি দিনসংখ্যাব ল. সা. গু. লইয়া যে দিনসংখ্যা হয় তাহাতে পূর্ণ সংখ্যাক সেইবৎসব এবং চান্দ্রবৎসব হইবে। ইহা হইতে গণনা কবিয়া দেখা যায় উনিশ বৎসব অন্তব বাব, তিথি, নক্ষত্র, তাবিখ ইত্যাদি পুনবায় পূর্বেব নিয়মে ঘটতে আবস্ত করে। এই উনিশ বৎসব অন্তব বাব, তিথি, নক্ষত্র, তাবিখ ইত্যাদিৰ আবর্তনকে **Mytonic cycle** বলা হয়।

সংক্ষেপ :—চন্দ্র পৃথিবীৰ উপগ্রহ, আয়তনে পৃথিবীৰ $\frac{1}{4}$ অংশ। ইহাব ব্যাস ২১৬০ মাইল, পৃথিবী হইতে চন্দ্রিণ হাজার মাইল দূরে—ওজনে পৃথিবীর $\frac{1}{80}$ ভাগ। চন্দ্রেব কলঙ্ক চন্দ্র পৃষ্ঠে পাহাড়ের ছায়া মাত্র। ইহার পৃষ্ঠ অত্যন্ত অসমতল। চন্দ্রেব উচ্চতম পর্বতশৃঙ্গেব উচ্চতা ২০০০০ ফুট এবং গভীরতম গহবরগুলি ২০০০০ ফুট গভীর। ইহাব যে দিক সূর্যেব দিকে থাকে তাহা এত গরম যে জলও সেখানে টগগ করিয়া ফুটিতে পারে, অথচ অপব পৃষ্ঠ অত্যন্ত শীতল। চন্দ্রলোকে জলবায়ু নাই, প্রাণীও নাই। চন্দ্রেব অভিকর্ষ অত্যন্ত কম। চন্দ্রেব নিজেব আলো নাই—সূর্যেব আলোক পড়িলে ইহাব পৃষ্ঠ হইতে তাহা প্রতিফলিত হয়। প্রকৃতপক্ষে সাতাশ দিনে

ইহা পৃথিবীর চারিদিকে ঘুরিতে পাবিত, কিন্তু পৃথিবীর বাৎসবিক গতির জন্ত পৃথিবীও আপনপথে অগ্রসর হয় বলিয়া ইহাব আবও ২½ দিন বেশী লাগে। এই সাড়ে উনত্রিশ দিনে দুই পক্ষ বা এক চান্দ্র মাস। প্রত্যহ চন্দ্রের যেটুকু অংশ কমে বা বাড়ে তাহাকে চন্দ্রকলা বলে। দুই পক্ষের এক এক দিন সাধারণত এক এক তিথি। চন্দ্রের একই পৃষ্ঠ পৃথিবীর দিকে থাকে। তাহাব কারণ চন্দ্র প্রত্যহ আপন মেরুদণ্ডের চারিদিকে মাত্র ১৩° ঘূবে। প্রত্যহ ইহা ৫০½ মিঃ পর পব উদিত হয়। ১২ চান্দ্র মাসে এক চান্দ্র বৎসব, অতএব সাধারণ বৎসর অপেক্ষা ইহা ১১ দিন কম। মুসলমানেরা চান্দ্র মাস বা বৎসব, হিসাবে পার্বণ কবেন, ফলে বৎসবের যে কোন ঋতুতে তাহাদের যে কোন পার্বণ পড়িতে পারে। ২১শে মাচের পব যে পূর্ণিমা তাহার পববর্তী সোমবার ঋগ্গান-দিগের ইষ্টাব মন্ডে এবং ঠিক তাহার আগেকাব শুক্রবার শুভদ্রাইডে। উনিশ বৎসব অন্তর বার, তিথি নক্ষত্র, তাবিধ পর পব একই বকম ভাবে ঘটিয়া থাকে।

ষষ্ঠ প্রশ্নমালা

১। চন্দ্রের আকর্ষণ, ওজন, পৃথিবী হইতে ইহাব দূরত্ব, ইহাব পৃষ্ঠের উষ্ণতা কত লিখ।

(Write — The dimensions of the moon, its weight, distance from the earth and the temperature on its surface.)

২। চন্দ্রের কলঙ্ক থাকিবার কারণ কি? (What is the reason that Lunar spots are found on its surface?)

৩। চন্দ্র পৃষ্ঠে জল, বায়ু বা প্রাণী আছে কি না? যদি না থাকে তবে মোটামুটি তাহার কারণ কি? (Are there air, water and living being on the moon? If not, state reason.)

৪। চন্দ্র কতদিনে পৃথিবীর চারিদিকে আবর্তন করে? কেন চন্দ্রের ভ্রাসবৃত্তি হয়? চন্দ্রকলা কতটুকু বলে? (In how many days does the moon revolve round the earth? What are the phases of the moon and does it vary in size?)

৫। কিরূপে প্রমাণ করিতে পার চন্দ্রের একই পৃষ্ঠ পৃথিবী হইতে দেখা যায়? (How can you prove that the same surface of the moon is turned towards the earth?)

৬। প্রত্যহ চন্দ্রের উদয়কাল ৫০½ মিঃ পিছাইয়া যাইবার কারণ কি? (Why does the moon rise 50½ minutes later every day?)

৭। এক বৎসব মুসলমানদের মহরম ১৯শে ফেব্রুয়ারী পড়িল। ইহাব দুই বৎসর পরে কোন তারিখে মহরম পড়িবে এবং তিন বৎসব আগে কোন তারিখে পড়িষা'ছিল লিখ। (In a certain year the Maaharum fell on the 19th February On which day will it again occur for the second time and on which day did it happen three years ago ?)

৮। মোটামুটি কয় বৎসব অন্তর বাব, তিথি, তারিখ ইত্যাদি পুনরায় পব পব ঘটিতে পারে এবং তাহার কারণ কি লিখ। অথবা mytonic cycle কাকে বলে বুঝাইয়া লিখ। (At an interval of how many years do the dates days etc reccur in regular succession and state the reason Or, Explain what is called the Mytonic cycle ?)

সপ্তম পরিচ্ছেদ

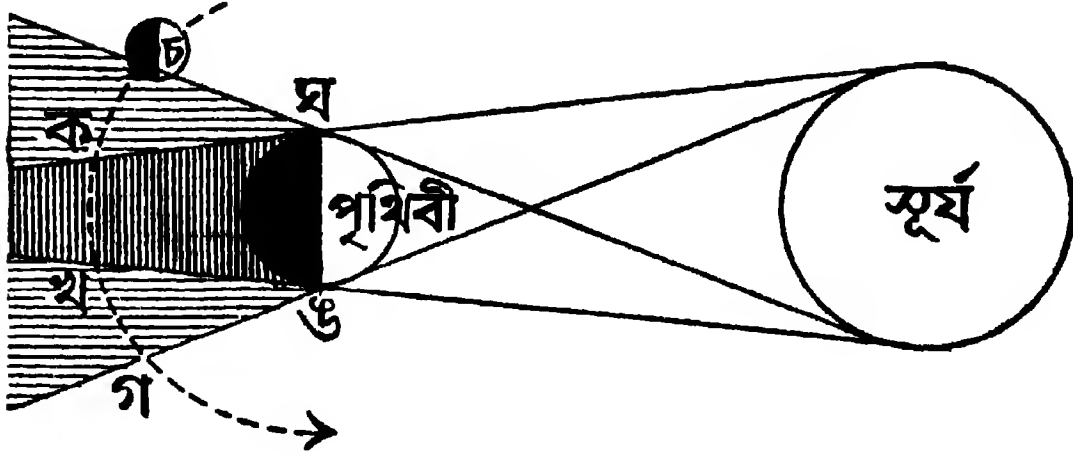
চন্দ্র গ্রহণ ও সূর্য গ্রহণ

বৃহত্তর আলোক-উৎসের সম্মুখে একটি ক্ষুদ্রতর অনচ্ছ পদার্থ এবং তাহার পশ্চাতে একটি পর্দা বাথিলে ঐ পর্দায় কখন কি প্রকার ছায়া এবং উপচ্ছায়া পড়ে তাহা তোমরা পূর্বে দেখিয়াছ। চন্দ্রগ্রহণ বা সূর্যগ্রহণ এইরূপ ছায়া এবং উপচ্ছায়াব জন্মই সংঘটিত হইয়া থাকে।

চন্দ্রগ্রহণ—সূর্য আলোকের উৎস, ইহার সম্মুখে যখন পৃথিবী থাকে এবং পবে চন্দ্র থাকে এবং সূর্য, পৃথিবী ও চন্দ্র এক সরল রেখায় পড়ে তখন পৃথিবীর ছায়া গিয়া চন্দ্রে পড়ে, কাজেই তখন চন্দ্রকে দেখিতে পাওয়া যায় না, ইহাই চন্দ্রগ্রহণ। কিন্তু সূর্য, চন্দ্র ও পৃথিবীর অবস্থান যখন এইরূপ হয় তখন পূর্ণিমা তিথি। তাহা হইলে ত প্রত্যেক পূর্ণিমা তিথিতে চন্দ্রগ্রহণ হইত—তাহা হয় না কেন? পূর্বে বলা হইয়াছে সূর্য এবং পৃথিবী যে তলে অবস্থান করে চন্দ্র সকল সময় ঠিক সেই তলে থাকে না। ঐ তলের সহিত 5° ডিগ্রী কোণ করিয়া চন্দ্রের পবিত্রমণ পথ হেলিয়া থাকে। ঐ পথে পবিত্রমণ করিতে করিতে যখন সূর্য চন্দ্র ও পৃথিবী প্রায় এক সমতলে আসিয়া পড়ে অথচ পৃথিবী চন্দ্র ও সূর্যের মাঝে থাকে তখনই চন্দ্রগ্রহণ হওয়া সম্ভব। সকল পূর্ণিমা তিথিতে একপ সন্ধ্যাগ ঘটে না বলিয়া সকল পূর্ণিমা তিথিতেই চন্দ্রগ্রহণ ঘটে না।

৪০নং চিত্রের দ্বারা সূর্য, পৃথিবী এবং চন্দ্রের অবস্থান হইলে ঘ চ ক এবং ঙ খ গ এর দ্বারা উপচ্ছায়াব শঙ্ক (Cone) এবং ঘ ক খ ঙ ছায়া-শঙ্কব অংশ পাওয়া যায়। মনে করা যাক চ ক খ গ চন্দ্রের পথ। কিন্তু এই পথের তল পৃথিবী ও সূর্য যে সমতলে আছে তাহার সহিত একটি

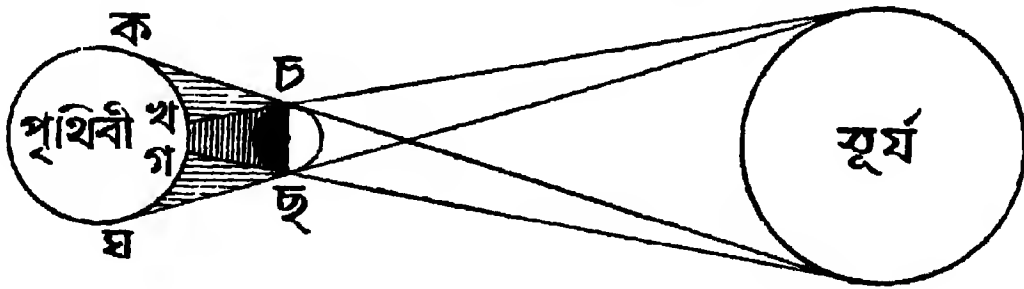
কৌণ কবিয়া অবস্থিত, কাজেই সকল সময় চন্দ্র য ক খ ও এই ছায়ায় অংশে আসিতে পাবে না, কখন উপর দিয়া কখনও বা ইহাব নিচু দিয়া



৪০নং চিত্র—চন্দ্রগ্রহণ

চলিয়া যায়। সে ক্ষেত্রে চন্দ্র গ্রহণ ঘটে না। চন্দ্র যখন ঘ চ ক কিংবা ও খ গ অংশে থাকে তখন ইহাব ঔজ্জ্বল্য কিছু কমিয়া যায় বটে কিন্তু ইহাতে গ্রহণ লাগে না। চন্দ্র যখন সম্পূর্ণরূপে ঘ ক খ ও অংশের মধ্যে থাকে তখন পূর্ণগ্রাস (Total) চন্দ্র গ্রহণ এবং যখন ইহাব কিয়দংশ অপব দুই উপচ্ছায়া অংশের কোন এক অংশে এবং অপবাংশ ঘ ক খ ও ছায়ায় থাকে তখন অংশ বা খণ্ডগ্রাস (Partial) চন্দ্রগ্রহণ ঘটে।

সূর্যগ্রহণ—চন্দ্র যখন সূর্য ও পৃথিবীর মধ্যে আসিয়া পড়ে তখন চন্দ্রের ছায়া পৃথিবীর যে অংশে পড়ে সেই অংশ ইহাতে সূর্যকে দেখা যায় না।



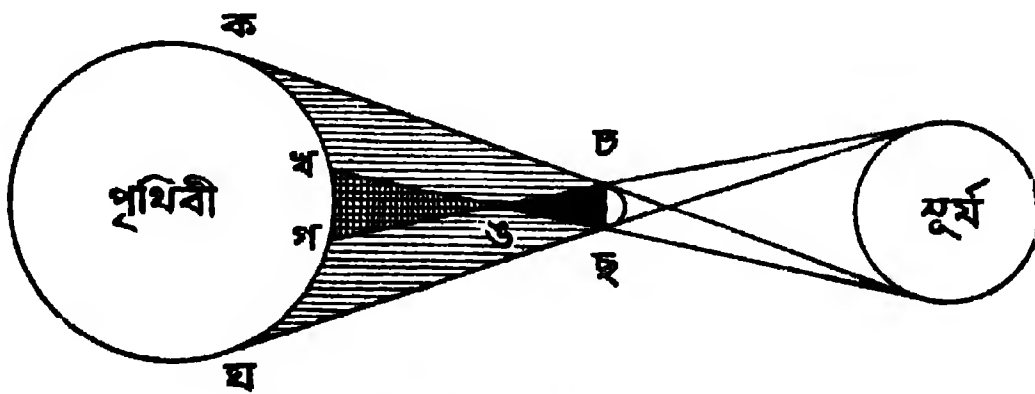
৪১নং চিত্র—সূর্যগ্রহণ

আবাব কখনও বা অংশ মাত্র দেখা যায়, কিংবা সূর্যকে একটি জনন্ত

বলয়ের মত দেখায়। প্রথম ক্ষেত্রে সূর্যের পূর্ণগ্রাস দ্বিতীয় ক্ষেত্রে অংশ বা খণ্ডগ্রাস এবং তৃতীয় ক্ষেত্রে বলয়গ্রাস (Annular) গ্রহণ ঘটিয়া থাকে।

৪১নং চিত্র দেখিলে বুঝা যায় অমাবস্ত্যাব দিন বাতীত সূর্য গ্রহণ ঘটা সম্ভব নয়। কিন্তু চন্দ্র গ্রহণ যেমন সকল পূর্ণিমাতে ঘটে না সূর্য গ্রহণ তেমনই সকল অমাবস্ত্যায় হয় না।

সূর্য, চন্দ্র এবং পৃথিবীর অবস্থান পূর্ব চিত্রের মত হইলে চ ক খ এবং ছ গ ঘ উপচ্ছায়াব শঙ্কু দুইটি পৃথিবী পৃষ্ঠে যথাক্রমে ক খ ও গ ঘ অংশে গিয়া পড়ে এবং চ খ গ ছ ছায়াব শঙ্কুটি পৃথিবীর খ গ অংশে গিয়া পতিত হয়। একপ অবস্থায় পৃথিবীর খ গ অংশ হইতে সূর্যকে একেবারেই দেখা যায় না এবং অপব দুই অংশ হইতে আংশিক ভাবে দেখা যায়। কাজেই পূর্বোক্ত অংশ হইতে পূর্ণগ্রাস সূর্যগ্রহণ এবং অপব দুই অংশ হইতে অংশ বা খণ্ডগ্রাস সূর্যগ্রহণ দেখা যাইবে। পৃথিবীর অবস্থান যদি আবও একটু চন্দ্রের নিকটে হইত তবে পৃথিবীর দুই বিপরীত দিক হইতে সূর্যকে সম্পূর্ণ দেখা যাইত। অতএব সেই স্থান হইতে মোটেই সূর্যগ্রহণ দেখা যাইত না।

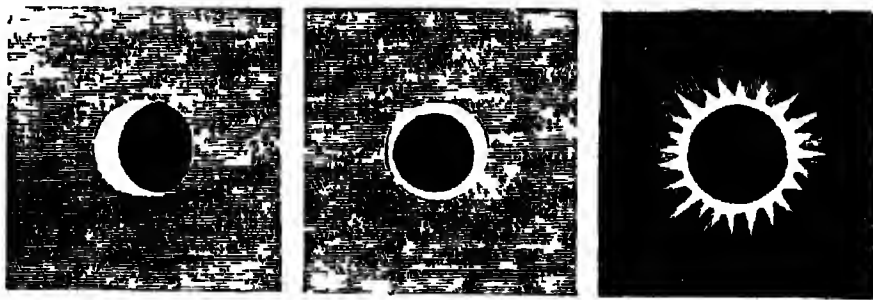


৪২নং চিত্র—পূর্ণগ্রাস এবং অংশগ্রাস সূর্য গ্রহণ

যখন সূর্য, চন্দ্র ও পৃথিবী, উপবে অঙ্কিত চিত্রের ত্রায অবস্থিত হয় অর্থাৎ যখন চন্দ্রের ছায়া পৃথিবীতে গিয়া পৌঁছায় না তখন পৃথিবীর অংশ বিশেষ হইতে সূর্যকে একটি জলন্ত বলয়ের মত দেখায়। তখনই পৃথিবীর সেই স্থানে

বলয় গ্ৰাস সূৰ্য গ্ৰহণ দেখা যায়। ৪২নং চিত্ৰটি দেখিলে বুঝিবে চন্দ্ৰের ছায়াৰ শঙ্কুটি আসিয়া ও বিন্দুতে শেষ হইয়াছে। কিন্তু চ ও ও ছ ও বেখা বৰ্ধিত কবিলে ঐ ছায়াৰ বিপরীত দিকে ও থ গ আৰু এৰুটি শঙ্কু হইবে এবং পৃথিবীৰ থ গ অংশ অধিকাৰ কবিলে। এই থ গ অংশ হইতে বলয় গ্ৰাস দেখা যাইবে। অপৰ দুই অংশ ক থ ও গ ঘ অংশ হইতে খণ্ড গ্ৰাস দেখা যাইবে। পৃথিবীৰ অবস্থান যদি আৰু এৰুটি ও বিন্দুৰ নিকটতব হইত তবে পৃথিবীৰ এমনি অংশ থাকিত যে অংশ হইতে সূৰ্যকে সম্পূৰ্ণ দেখা যাইত। অতএব এইৰূপ অবস্থানে পৃথিবীৰ কোন কোন স্থান হইতে একেৰাৰে গ্ৰহণ দেখা যাইত না, কোন কোন স্থানে খণ্ড গ্ৰাস এবং কোন কোন স্থানে বলয় গ্ৰাস দেখা যাইত। আৰু খণ্ড বা পূৰ্ণ গ্ৰাসেৰ সময়ও কোন কোন স্থান হইতে গ্ৰহণ দেখা যাইত না।

চন্দ্ৰ ক্ষুদ্ৰ জ্যোতিষ্ক এবং সূৰ্য হইতে বহু দূৰে বলিয়া ইহাৰ ছায়া বড় হয় না। সেইজন্ত পৃথিবী ইহাৰ ছায়াৰ ভিতৰ সম্পূৰ্ণৰূপে পড়িতে পায় না বলিয়া পৃথিবীৰ সকল স্থান হইতে একই সময়ে পূৰ্ণগ্ৰাসচন্দ্ৰ গ্ৰহণ দেখিতে পাওয়া যায় না।



৪৩ নং চিত্ৰ—অংশগ্ৰাস, পূৰ্ণগ্ৰাস ও বলয়গ্ৰাস সূৰ্যগ্ৰহণ

অংশগ্ৰাস, বলয়গ্ৰাস ও পূৰ্ণগ্ৰাসেৰ সময় সূৰ্যকে যেকূপ দেখায় তাহাদেৰ চিত্ৰ উপৰে দেওয়া গেল।

সূৰ্যেৰ চাৰিদিকে পৃথিবীৰ পথটি ঠিক বৃত্তাকাৰ নয় এবং পৃথিবীৰ

চাৰিদিকে চন্দ্ৰেৰ পথও ঠিক বৃত্তাকাৰ নহে। কাজেই চন্দ্ৰ হইতে পৃথিবীৰ কিংবা সূৰ্য হইতে পৃথিবীৰ দূৰত্ব সকল সময় একৰূপ থাকে না বলিয়া চন্দ্ৰ বা পৃথিবীৰ ছায়াৰ ভ্ৰাস বৃদ্ধি হয়। সেইজগত চন্দ্ৰ বা সূৰ্যেৰ বিভিন্ন ৰূপ গ্ৰহণ ঘটিয়া থাকে।

চন্দ্ৰ যখন পৃথিবীৰ নিকটে আসে এবং সূৰ্য দূৰে থাকে তখন সূৰ্য গ্ৰহণ হইলে পূৰ্ণগ্ৰাস গ্ৰহণ এবং ইহাৰ বিপৰীত ক্ষেত্ৰে বলয় গ্ৰহণ দেখা যায়।

সূৰ্যগ্ৰহণেৰ সময় সূৰ্যেৰ উপৰ যে কাল ছায়া দেখা যায় তাহা অস্বচ্ছ চন্দ্ৰ, কিন্তু চন্দ্ৰগ্ৰহণেৰ সময় চন্দ্ৰেৰ উপৰ যে কাল ছায়া পড়ে তাহা পৃথিবীৰ ছায়া মাত্ৰ।

সূৰ্যেৰ চাৰিদিকে পৃথিবী যে তলে ঘূৰিতেছে এবং চন্দ্ৰ পৃথিবীৰ চাৰিদিকে যে তলে ঘূৰিতেছে, এই দুইটি তল পৰস্পৰ ৫ কোণ কৰিয়া ছেদ কৰিয়াছে। যখন চন্দ্ৰ এই ছেদ বিন্দু দুইটিৰ উপৰ অথবা কাছাকাছি থাকে তখনই গ্ৰহণ হয়। যখন চন্দ্ৰ, সূৰ্য ও পৃথিবীৰ মন্যো থাকে তখন সূৰ্য গ্ৰহণ এবং যখন পৃথিবী, সূৰ্য ও চন্দ্ৰেৰ মন্যো থাকে তখন চন্দ্ৰগ্ৰহণ ঘটে।

আমাদেৰ মন্যো প্ৰবাদ আছে গলা কাটা বাহু চন্দ্ৰ এবং সূৰ্যকে গিলিয়া ফেলে বলিয়া গ্ৰহণ হয়। বাহুৰ গলা কাটা বলিয়া চন্দ্ৰ ও সূৰ্য উহাৰ পোট যায় না মুখ দিয়া প্ৰবেশ কৰিয়া গলা দিয়া বাহিৰ হইয়া যায়। তাই চন্দ্ৰ বা সূৰ্যকে বাহু একেবাবে হজম কৰিতে পাবে না এবং চন্দ্ৰ বা সূৰ্যে স্থায়ী ভাবে গ্ৰহণ হয় না। এখন তোমৰা বুঝিতে পাৰিতেছ ইহা উপকথা ভিন্ন আৰ কিছু নহে।

জ্যোতিৰ্বিদগণ পূৰ্ব হইতে গ্ৰহণেৰ অবস্থা, স্থান, কাল নিৰ্ণয় কৰিয়া পঞ্জিকায় লিখিয়া বাখেন। বৎসবে কতগুলি গ্ৰহণ হইতে পাবে তাহাও তাঁহাৰা স্থিৰ কৰিয়াছেন। একবৎসবে সৰ্বাধিক পাঁচটি সূৰ্যগ্ৰহণ এবং তিনিটি চন্দ্ৰগ্ৰহণ দেখা যাইতে পাবে। এবং ন্যূনকাল দুইটি সূৰ্যগ্ৰহণ হইবেই। চন্দ্ৰগ্ৰহণ বৎসবে একবাৰও না হইতে পাবে।

সংক্ষেপ :—সূর্যের সম্মুখে পৃথিবী এবং তাহার সম্মুখে চন্দ্র থাকিলে এবং পৃথিবীর ছায়া চন্দ্রকে ঢাকিয়া ফেলিলে চন্দ্রগ্রহণ হইবার সম্ভাবনা। সূর্য, চন্দ্র এবং পৃথিবীর একপ অবস্থান যেদিন হয় সেদিন পূর্ণিমা, অতএব পূর্ণিমার দিন চন্দ্রগ্রহণ সম্ভব। কিন্তু যখন সূর্য, চন্দ্র এবং পৃথিবী প্রায় এক সরল রেখায় থাকে না বা পৃথিবী হইতে চন্দ্র অনেক দূরে থাকে তখন পৃথিবীর ছায়া চন্দ্রে পতিত হইতে পারে না—তাই সকল পূর্ণিমায় চন্দ্রগ্রহণ হয় না। চন্দ্রগ্রহণ দুইপ্রকার—খণ্ডগ্রাস ও পূর্ণগ্রাস। চন্দ্র যখন সূর্য এবং পৃথিবীর মাঝে আসে তখন যদি চন্দ্রের ছায়া পৃথিবীতে পড়ে তবে পৃথিবীর যে স্থানে চন্দ্রের ছায়া পড়ে সেই স্থান হইতে সূর্যগ্রহণ দেখা যায়। চন্দ্র, সূর্য ও পৃথিবীর একপ অবস্থান অমাবস্ত্যাব দিন হয়। কিন্তু সকল অমাবস্ত্যাব দিন উপবোক্ত কাৰণে চন্দ্রের ছায়া পৃথিবীতে পড়িতে পারে না বলিয়া সকল অমাবস্ত্যায় সূর্যগ্রহণ হয় না। সূর্যগ্রহণ তিনপ্রকার, পূর্ণগ্রাস, খণ্ডগ্রাস ও বলয়গ্রাস। বলয়গ্রাসের সময় চন্দ্রের ছায়া পৃথিবী পযন্ত পৌঁছায় না—মধ্য পথে শেষ হয়। চন্দ্রের ছায়া-শঙ্কুটি বিপরীত ভাবে পৃথিবীর পৃষ্ঠ পৰ্যন্ত বাড়াইয়া দিলে যেখানে যায়, পৃথিবীর সেই অংশ হইতে বলয়গ্রাস দেখা যায়।

সপ্তম প্রশ্নমালা

১। কিকণে নিম্নলিখিত প্রাকৃতিক ঘটনাগুলি ঘটে চিত্র সাহায্যে বুঝাইয়া দাও :—

(ক) পূর্ণগ্রাস ও খণ্ডগ্রাস চন্দ্রগ্রহণ (কলি: বিঃ ১৯৪০)

(খ) পূর্ণগ্রাস, খণ্ডগ্রাস ও বলয়গ্রাস সূর্যগ্রহণ

(Explain with a diagram how the following natural phenomena happen :—

(a) Total and partial eclipses of the Moon

(b) Total, partial and annular eclipses of the sun)

২। চন্দ্র গ্রহণের সময় পৃথিবীর কোন অংশ হইতে কি প্রকারের চন্দ্রগ্রহণ বা সূর্য গ্রহণের সময় পৃথিবী হইতে কি প্রকারের সূর্যগ্রহণ দেখা যাইতে পারে প্রত্যেকটির ভিন্ন চিত্র দিয়া বুঝাইয়া দাও। (Explain with separate diagrams, from which part of the earth different kinds of solar and lunar eclipses are found)

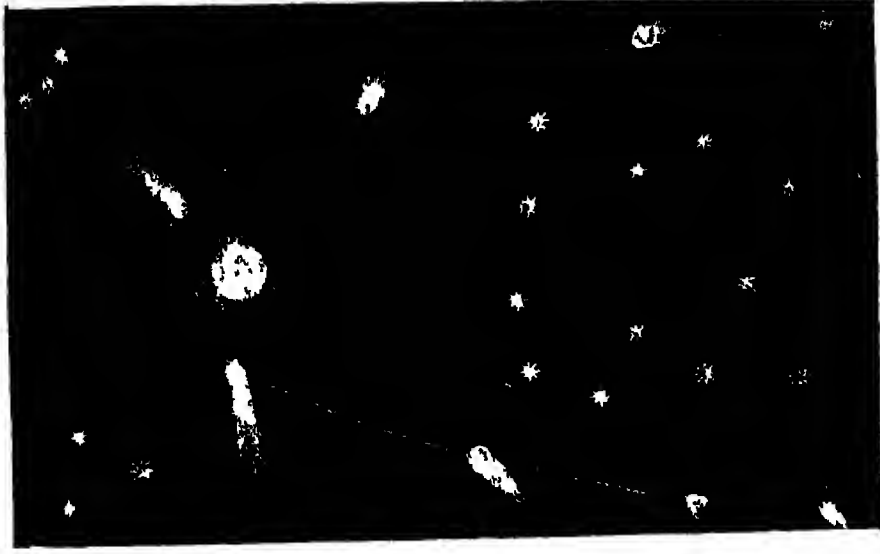
৩। কোন্ তিথিতে কোন্ গ্রহণ সম্ভব এবং কেন লিখ। ঐকপ তিথির প্রত্যেকটিতে গ্রহণ হয় না কেন তাহাও বুঝাইয়া দাও। (Write on which days different kinds of lunar and solar eclipses may take place. Explain why on all such other days eclipses do not take place.)

অষ্টম পরিচ্ছেদ

ধুমকেতু ও উল্কা

এহ নক্ষত্র ছাড়া ধুমকেতু নামে কতকগুলি জ্যোতিষ্ক আকাশে দেখা যায়। ইহাদের আকৃতি বিভিন্ন, ভ্রমণ পথ উপবৃত্তাকার (elliptic) অধিবৃত্তাকার (parabolic) ন্যত পবাবৃত্তাকার (hyperbolic)। যে ধুমকেতুগুলি উপবৃত্তাকার পথে ভ্রমণ কবে তাহাদের ভ্রমণ পথের নাভীতে (Focus) সূর্য থাকে। উপবৃত্তাকার পথে যাহাবা সূর্যের চারিদিকে ঘুরে তাহাদিগকে নির্দিষ্ট সময়ান্তর আকাশে দেখা যায়। যেগুলির পথ অধিবৃত্তাকার বা পবাবৃত্তাকার তাহাদিগকে একবার কয়েক বারই আকাশে দেখা যায়, পবে তাহাবা চিবদিনেব জন্ম আমাদের নিকট হইতে অদৃশ্য হইয়া চলিয়া যায়। সাধারণত এই প্রকার জ্যোতিষ্কগুলিকে দেখিতে ঝাঁটাব ন্যায়। ইহাদের সমস্ত দেহটিব প্রকৃতপক্ষে দুইটি বিভাগ। গোড়াব দিক গোল এবং অপেক্ষাকৃত উজ্জ্বল এবং অপব অংশ লেজ। লেজটি বাষ্পময় এবং এত পাতলা যে ইহাব মধ্য দিয়া অন্যান্য গ্রহ নক্ষত্র দেখিবাব বিশেষ বাধা পাওয়া যায় না। সূর্যের নিকট আসিলে ইহাদিগকে দেখা যায় নতুবা নয়। ইহাবা সূর্যের যত নিকটে আসে ততই ইহাদের গতি বৃদ্ধি পায় এবং লেজটি বর্ধিত হইতে থাকে, কিন্তু সকল সময়েই লেজটি সূর্যের বিপরীত দিকে ফিবান থাকে। লেজ বৃদ্ধি পাইবাব কাবণ জ্যোতির্বিদগণ স্থিৰ কবিয়াছেন, সূর্যের নিকটবর্তী হইলে সূর্যোত্তাপে ইহাবা উত্তপ্ত হওয়ায় ইহাদের চারিদিকে যে বাষ্পময় আবরণ থাকে তাহা লঘু হইয়া উৎক্ষিপ্ত হয় এবং লেজের আকাৰে দেখা দেয়। এই লেজ অনেক সময় বর্ধিত হইয়া লক্ষ লক্ষ মাইল পর্যন্ত ছড়াইয়া পড়ে। এমন কি অনেক গ্রহেব উপব দিয়া এই বাষ্পময় পুচ্ছ ছড়াইয়া পড়ে। এক একটি ধুমকেতুব একাধিক পুচ্ছ আছে বলিয়া জানা গিয়াছে। ধুমকেতুব আযতন অনেক সময় এক একটি গ্রহ অপেক্ষা

অনেকগুণ বেশী, কিন্তু ওজনে ইহাবা অতিশয় লঘু। তাই বৈজ্ঞানিকগণ স্থির করিয়াছেন ইহাবা বাষ্পপিণ্ড ভিন্ন কিছুই নহে। ইহাবা গ্রহগণের আকর্ষণে



৪৪নং চিত্র—একটি ধূমকেতুর বিভিন্ন অবস্থান

ইতস্তত বিচরণ করিতেছে। কখন কখন ইহাবা এক সৌর জগৎ হইতে আকর্ষণের ফলে অন্য সৌর জগতে গিয়াও পৌঁছায়।

পূর্বে জ্যোতির্বিদগণ মনে করিতেন ধূমকেতু একবার দেখা দিয়া অদৃশ্য হইয়া গেলে আর দেখা দেয় না। সকলগুলিই যে একপ চিবদিনের জন্ত অদৃশ্য হয় না তাহা পূর্বেই বলা হইয়াছে। ১২১০ খৃষ্টাব্দে যে ধূমকেতু দেখা গিয়াছিল তাহাব সম্বন্ধে বিখ্যাত জ্যোতির্বিদ হ্যালি (Halley) অষ্টাদশ শতাব্দীর মধ্যভাগে অনেক কথা বলিয়া যান। তিনি বলিয়াছিলেন ১৫৩১, ১৬০৭, ১৬৮২ সালে যে ধূমকেতু দেখা দিয়াছিল তাহাই পুনরায় ১৭৫৭ খৃষ্টাব্দে দেখা দিবে। তাহাই হইয়াছিল। কিন্তু উহাব উদয়কাল কিছুদিন পিছাইয়া গিয়াছিল। তাহাব কাণে ক্লারট (Olarrot) নামক এক জ্যোতির্বিদ ঠিক করেন যে ঐ সময় বৃহস্পতি গ্রহ ঐ ধূমকেতুব কাছাকাছি হওয়ায় আকর্ষণে ইহাব গতি মন্থর করিয়া দেয়, ফলে ঐ বিলম্ব হয়। হ্যালিব নামানুসারে ঐ ধূমকেতু হ্যালির ধূমকেতু (Halley's comet) নামে অভিহিত হয়।

ইহাব দীর্ঘ পুচ্ছ পৃথিবীর উপর দিয়া গিয়াছিল কিন্তু পৃথিবীর কোন ক্ষতি হয় নাই। কিন্তু পূর্বে এই পুচ্ছকে বিষাক্ত বাষ্পপূর্ণ ধাবণা কবিয়া অনেকে আশঙ্কা কবিয়াছিলেন। এই ধূমকেতুব উদয়কাল হিসাব কবিলে দেখা যায় ৭৫ বৎসর অন্তর ইহাকে দেখা যায়। সেই হিসাবে আমবা ১৯৮৫ খৃষ্টাব্দে ইহাকে পুনর্বার দেখিতে পাইব বলিয়া আশা কবিতে পারি।

প্রথমে একটি ছোট নক্ষত্রের ন্যায় হালিধ ধূমকেতুকে আকাশে দেখা গিয়াছিল। কিন্তু কয়েক দিনের মধ্যেই ইহা লোকেব দৃষ্টির মধ্যে আসিয়া পৌছাইল। তখন ক্রমেই ইহাব লেজটি বাড়িতে দেখা গিয়াছিল। প্রায় ১০।১১ দিনের মধ্যে ইহা পূর্ণাকার প্রাপ্ত হইয়া আবার কমিতে আবস্ত কবিল। অবশেষে তিন সপ্তাহের মধ্যে ইহা একেবারে মিলাইয়া গেল।

হালিধ ধূমকেতু ছাড়াও বিয়েলার এবং এনকি ও দোনাতির ধূমকেতু প্রসিদ্ধ।

চন্দ্র যেমন এক সময়ে পৃথিবীরই অংশ ছিল বলিয়া বিজ্ঞানবিদগণ বলেন তেমনই তাহাবা বলেন ঐ সকল ধূমকেতুও এক সময়ে না এক সময়ে সূর্যের অংশ



৪৫ নং চিত্র—উকপিণ্ড

মাত্র ছিল। নৈসর্গিক কাবণে তাহাবা বিচ্যুত হইয়া গিয়াছে। আবার সূর্যের আকর্ষণে এই ধূমকেতুও চর্ণ ও ক্ষুদ্রতর হইয়া উদ্ধার আকাব আকাশে ঘূবিয়া বেডায়। এইরূপ ঘূবিতে ঘূবিতে যখন ইহাবা পৃথিবী বা অন্য কোন গ্রহের নিকটে আসিয়া পড়ে তখন ঐ সকল গ্রহ উহাদিগকে আপনাপন বৃকে টানিয়া লয়। পৃথিবীর বৃকে এইরূপ বহু উকপিণ্ড আসিয়া পৌছিয়াছে। দেখা গিয়াছে ঐ উকপিণ্ডগুলিতে লৌহ, নিকেল প্রভৃতি ধাতু বিচ্যমান—অপার্থিব দ্রব্য ইহাতে কিছু নাই।, পৃথিবীর আকর্ষণে

পিণ্ড আসিয়া পৌছিয়াছে। দেখা গিয়াছে ঐ উকপিণ্ডগুলিতে লৌহ, নিকেল প্রভৃতি ধাতু বিচ্যমান—অপার্থিব দ্রব্য ইহাতে কিছু নাই।, পৃথিবীর আকর্ষণে

যখন ইহা বা প্রচণ্ড গতিতে ছুটিয়া আসে তখন ইহাদেব সহিত পৃথিবীবক্ষস্থ বায়ুর ঘর্ষণে ইহা বা উত্তপ্ত হইয়া ক্রমে জলিয়া উঠে। তখন ইহাদিগকে দেখা যায় যেন একটি হাউই ছুটিতেছে। আকাশে এইরূপ উল্কাপাত প্রায়ই দেখা যায়। সাধারণত লোকে ইহাকে তাবা থসা বলে। কিন্তু তাবা এইরূপে থসিলে পৃথিবীর নিস্তার থাকিত না। এক একটি তাবা পৃথিবী অপেক্ষা বহুগুণ বড় এবং ভারী। তাহাদেব সহিত পৃথিবীর এইরূপ ঘর্ষণ হইলে পৃথিবী চুবমাব হইয়া যাইত। পৃথিবীতে আসিবাব সময় কোন কোন উল্কাপিণ্ড জলিয়া একেবাবে ছাই হইয়া যায়। তখন এগুলি আব পৃথিবীতে পড়িতে পাবে না। অতএব বায়ু প্রকাবাস্তবে উল্কাপাতের বিপদ হইতে অনেক পৰিমাণে পৃথিবীকে বক্ষা করিতেছে। ছোট বড় অনেক উল্কাপিণ্ড পৃথিবীতে পড়িয়াছে। ইহাদেব অনেকগুলি কলিকাতাব যাদুঘবে বক্ষিত আছে। উল্কাপিণ্ডেব নিজস্ব কোন জ্যোতি নাই।



৪৬নং চিত্র—উল্কাপাত

১৯০৮ সালে জুন মাসে সাইবেবিয়ায় যে উল্কাপাত হয় তাহাব ওজন কয়েক হাজার টন। ইহা পড়িবাব অনেক কাল পবে পিণ্ডটিকে এক জঙ্গলের মধ্যে পাওয়া

যায়। শুনা যায় ইহাব পতনকালে ইহাব চতুর্দিকে ৪০।৪৫ মাইল পর্যন্ত ঘববাড়ী পুড়িয়া যায় এবং ৪০০ মাইল দূর পর্যন্ত লোকে ইহাব উত্তাপ অনুভব কবিয়াছিল।

বৎসবের মধ্যে কোন কোন সময় যেমন ২১শে এপ্রিল, ৯ই, ১০ই এবং ১১ই আগষ্ট, ১২ই, ১৩ই, ১৪ই নভেম্বর এবং ২৭শে, ২৮শে ও ২৯শে নভেম্বর প্রভৃতি কয়েকটি তাবিখে অত্যধিক উষ্ণাপাত হইতে দেখা যায়। কারণ গ্রহ নক্ষত্রের দ্বারা ইহাবাও নির্দিষ্ট পথে চলে এবং কোন কোনটি ঝাঁক বাঁধিয়া বিচরণ করে। পৃথিবী যেদিন এমন একটি ঝাঁককে আপনার বুকে 'টানিয়া' লয় সেইদিন অধিক পরিমাণে উষ্ণাপাত হয় এবং ঐ সকল দিনে উষ্ণাগুলি পৃথিবী কর্তৃক অধিক জোবে আকৃষ্ট হয়।

সূর্যেও লৌহ এবং নিকেল পাওয়া যায়। অতএব ইহাও অনুমান করা যায় ইহাবা এক সময়ে সূর্যের অংশ ছিল।

সংক্ষেপ :—ধূমকেতু ঝাঁটার মত, ভ্রমণ পথ উপবৃত্ত, অবিবৃত্ত বা পরাবৃত্তাকার, গ্রহগণ অপেক্ষা আকারে বড় বড় হইলেও ওজনে বহু কম। মনে হয় ইহাব অধিকাংশই বাষ্পময়। সূর্যের নিকট আসিলে ইহাদিগকে দেখা যায়। তখন গতি বৃদ্ধি হয় ও লেজ বাড়ে। লেজটি সূর্যের বিপরীত দিকে থাকে।

উষ্ণাংশ লৌহ বা নিকেল প্রভৃতি পাথির পদার্থ দ্বারা গঠিত। পৃথিবীর আকর্ষণে পৃথিবীতে আসিবার সময় বায়ুর সহিত ঘর্ষণে উত্তপ্ত ও ক্রমে জলিয়া উঠিলে হাউইএব মত দেখায়। কখন কখন পুড়িয়া ছাই হইয়া যায়। বৎসরের বিশেষ বিশেষ দিনে অধিক উষ্ণাপাত হয়। ছোট বড় অনেক উষ্ণা পৃথিবীতে পড়িয়াছে।

অষ্টম প্রশ্নমালা

১। ধূমকেতু ও উষ্ণার বিবরণ লিখ। Write notes on .—Comets and meteors.

[কঃ বিঃ ১৯৪১]

২। উষ্ণাপাত বলিতে কি বুঝায়? (What do you understand by coming down of a meteor.)

৩। বৎসরের কোন কোন সময়ে বেশীমাত্রায় উষ্ণা দেখা যায় এবং কেন লিখ। (In which parts of the year meteors are found in large numbers and state reasons.)

ভূ-বিজ্ঞান

প্রথম পরিচ্ছেদ

পৃথিবীর জন্ম

প্রত্নতাত্ত্বিকগণ মহেন-জো-দডোব ভূগর্ভে বিবর্তিত সহস্রাব্দ অবশেষ আবিষ্কার কৰিয়াছেন। ভূতাত্ত্বিকগণ হিমালয় শৃঙ্গে প্রস্তবে কত মাছ এবং অগ্ন্যান্ত জলীয় জীবের জীবাশ্ম আবিষ্কার কৰিয়াছেন। আমবা দেখিতে পাঠ সাগৰে, নদীবক্ষে কত দ্বীপ মাথা তুলিয়া উঠিতেছে। আবাব এই যে সেদিন বিহাবে ভূমিকম্প হইয়া গেল তাহাতে কত উচ্চ স্থান জলাভূমিতে পৰিণত হইয়া গিয়াছে। এই সকল বিষয় চিন্তা কৰিলে মনে হয় পৃথিবীর উপৰ দিন দিন কত পৰিবৰ্তনই না সাধিত হইতেছে। পূৰ্বে যে পৃথিবী এমন সুন্দৰ মানুষের বাসোপযোগী ছিল না তাহাও বলা যাইতে পারে। এ বিষয়ে গবেষণা কৰিয়া বহু বৈজ্ঞানিক পৃথিবীর জন্ম সম্বন্ধে বহু মত প্রচাৰ কৰিয়া থাকেন। কে বলিতে পারে তাহাদের মধ্যে কোন্ মত ঠিক আৰ কোন্টি বেঠিক।

জার্মান বৈজ্ঞানিক ক্যাপ্ট ও ফরাসী বৈজ্ঞানিক লাপলাস প্রচাৰ কৰিয়াছিলেন সমস্ত সৌৰজগৎ প্রথমে নীহাবিকাবস্থায় পিণ্ডাকাবে বহুদূৰ বিস্তৃত ছিল। এই নীহাবিকা অত্যন্ত গৰম এমন কি জলন্ত অবস্থায় ছিল বলিয়া বলেন। পিণ্ডাকাব এই নীহাবিকা প্রচণ্ড বেগে আপন মেরুদণ্ডের চাৰিদিকে ঘূৰিত। কালক্রমে ঘূৰিতে ঘূৰিতে ইহা তাপ বিকিৰণ কৰিতে থাকে। ফলে এই পিণ্ডের মধ্যভাগ শীতল হইয়া চুপসিয়া যাওয়ায় ইহাব মধ্যভাগ হইতে একটি বলয় খসিয়া পৃথক হইয়া যায়। কালক্রমে এই বলয়ও চুপসাইয়া গোলাকাবে ধাবণ কৰে। পুনৰায় প্রথম পিণ্ড হইতে এইকপে আর একটি বলয় বাহিৰ হয় এবং কালে

তাহাও গোলাকাব ধারণ কবে। মূল গোলকটি এইৰূপে যত ছোট হইতে থাকে ততই ইহাব ঘূৰ্ণন গতি প্রবলতৰ হইতে থাকে। এইৰূপে কয়েকটি অংশ ইহা হইতে পৃথক হইয়া যাইবাব পৰ যে অংশটি বহিল তাহাই আমাদেব বৰ্তমান সূৰ্য, এবং যে অংশগুলি ইহা হইতে বাহিৰ হইয়া এক একটি পৃথক গোলক হইয়া বহিল তাহাবা মঙ্গল, বুধ, পৃথিবী ইত্যাদি সূৰ্যেব কয়টি গ্রহ। যাহাবা পৃথক হইয়া আসিল তাহাবাও মূল গোলকটিৰ আয় একই দিকে স্বীয় মেরুদণ্ডেব চাৰি-দিকে ঘূৰিতে ঘূৰিতে মহাকর্ষেব ফলে সূৰ্যেব চাৰিদিকে ঘূৰিতে লাগিল। ক্যান্ট ও লাপলাসেব এই মতটি নীহাবিকাবাদ (Nebular hypothesis) নামে খ্যাত। কয়েকটি কাৰণে শেষ পর্যন্ত এই মতবাদ টিকিল না।

বৰ্তমানে পৃথিবীৰ জন্ম সম্বন্ধে জিন্স্ ও জেক্সিসেৰ মতবাদই প্রচলিত। তাহাদেব মতবাদ জোয়ারী মতবাদ (Tidal theory) বা গ্রহকণিকাবাদ (Planetesimal hypothesis) নামে খ্যাত। তাহাদেব মত এই :—

সৃষ্টিৰ আদিম যুগে সূৰ্য এবং সূৰ্য অপেক্ষা বৃহত্তৰ নক্ষত্রগণ বৰ্তমান ছিল। বহু দূৰ হইতে সূৰ্যেব পাশ দিয়া সূৰ্য্যাপেক্ষী বহুগুণ বড় একটি নক্ষত্র চলিয়া যায়। চন্দ্র ও সূৰ্যেব টানে পৃথিবীপৃষ্ঠে জলবাশি যেমন একত্ৰিত হইবাব চেষ্টা কৰিয়া জোষাব-ৰূপে ফুলিয়া উঠে তেমনই নক্ষত্রটিৰ আকর্ষণে সূৰ্যেব বিয়দংশ ফুলিয়া



১নং চিত্র—নক্ষত্রেৰ আকর্ষণে সূৰ্যেব অংশ বিশেষ বিচ্ছিন্ন হইতেছে

নক্ষত্রেব দিকে আকৃষ্ট হয়। যখন নক্ষত্রটি সূৰ্যেব সৰ্বাপেক্ষা নিকটে আসিল তখন

সূৰ্য্যেৰে যে অংশ ফুলিয়া উঠিয়াছিল তাহা বিচ্ছিন্ন হইয়া গেল এবং সৰ্বে সৰ্বে নক্ষত্ৰটি আৰাব আপন পথে অগ্রসৰ হইয়া সূৰ্য্য হইতে দূৰে চলিয়া গেল। সূৰ্য্য ও নক্ষত্ৰেৰ আকৰ্ষণে সূৰ্য্যেৰে ঐ বিচ্ছিন্ন অংশ, দুই দিকে ক্ৰমশঃ সৰু হইয়া পটোল বা চুৰুটেৰ মত আকাৰ ধাবণ কৰিল। এই বিবাট বাষ্পীয় চুৰুট বা পটোলাকাৰ পদাৰ্থটি কালক্ৰমে নৈসৰ্গিক কাৰণে খণ্ড খণ্ড হইয়া বৰ্ত্তমানে গ্ৰহ ও উপগ্ৰহগণেৰে আকাৰে বিদ্যমান বহিষাছে। গ্ৰহগণেৰে আয়তন ও দূৰত্ব বিচাৰ কৰিয়া দেখিলে বুধা ঘাষ পটোলাৰূপিত বাষ্পীয় পিণ্ডটিৰে যে অংশ ভাঙিয়া যে গ্ৰহেৰে জন্ম হইয়াছে সেই অংশেৰে আয়তন অনুসাবে গ্ৰহগণেৰে আয়তন। তাই গ্ৰহমণ্ডলীৰে প্ৰায় মন্যস্থিত বৃহস্পতি গ্ৰহ আয়তনে সৰ্বাপেক্ষা বড় এবং দুই প্ৰান্তেৰে দিকে গ্ৰহগণ ক্ৰমশঃ ছোট হইয়া গিয়াছে।

নক্ষত্ৰটি যখন সূৰ্য্য হইতে দূৰে চলিয়া গেল তখন ইহাদেৰে উপৰে সূৰ্য্যেৰে আকৰ্ষণই প্ৰবল হইল। নক্ষত্ৰটি বাষ্পীয় পটোলাকাৰ পিণ্ডটিতে যে গতি সঞ্চাৰ কৰিয়াছিল, সেই গতি ও সূৰ্য্যেৰে মহাকৰ্ষেৰে ফলে উহা সূৰ্য্যেৰে চাৰিদিকে ঘূৰিতে থাকিল। আজিও সে ঘূৰ্ণনেৰে ব্যতিক্ৰম ঘটে নাই।

এইৰূপে যখন পৃথিবীৰ জন্মগ্ৰহণ কৰে তখন ইহা একটা বাষ্পপিণ্ড মাত্ৰ ছিল এবং সেই বাষ্পপিণ্ড অত্যন্ত উষ্ণ ছিল। কালক্ৰমে তাপ বিকিৰণ কৰিয়া ইহাৰ পৃষ্ঠ শীতল হইতে লাগিল এবং ক্ৰমে সেই বাষ্প জমিয়া তৰল হইল এবং আৰও শীতল হইয়া কঠিন হইল। আজিও পৃথিবীৰ চাৰিদিকে যে বায়ুমণ্ডলেৰে আবৰণ, তাহা আদিম যুগেৰে বাষ্পেৰে অংশ ভিন্ন আৰু কিছু নহে। সমুদ্ৰ, নদ, নদী



২ নং চিত্ৰ—পটোলাকাৰ বাষ্পীয়পিণ্ড হইতে গ্ৰহগণেৰে জন্ম

প্রভৃতিৰ জল তবলিত বাষ্প এবং মাটি, পাথৰ প্রভৃতি আদিম কালৰ বাষ্পেৰ ঘনীভূত আকাৰ মাত্ৰ। একই উষ্ণতায় সকল দ্ৰব্য একই অবস্থায় থাকিতে পাবে না একথা পূৰ্বেই জানিয়াছ, যেমন 0° সেণ্টিগ্ৰেডে জল কঠিন অবস্থায় থাকে আৰু 100° সেণ্টিগ্ৰেডে উহা বাষ্প হইয়া যায়, অথচ লৌহকে তবল কৰিতে হইলে 1530° সে: উষ্ণ কৰিতে হয় এবং বাষ্প কৰিতে হইলে 2500° ডিগ্ৰী সেণ্টিগ্ৰেডে তুলিতে হয়। কাজেই বাষ্পপিণ্ডেৰ যে যে উপাদান, বৰ্তমান পৃথিবী পৃষ্ঠেৰ উষ্ণতায় যে আকাৰে থাকিতে পাবে, তাহাৰা সেইৰূপ আকাৰেই আছে—কেহ বাষ্প, কেহ তবল, কেহ বা কঠিন হইয়া আছে। কিন্তু ইহাৰ গৰ্ভ এখনও অত্যন্ত উষ্ণ—সেখানকাৰ উত্তাপ বিকিৰিত হইতে পাৰ না। কাজেই ইহাও কল্লনা কৰা যাইতে পাবা যায়, যতই ভূগৰ্ভেৰ নিচে যাওয়া যাইবে ততই উষ্ণতা বৃদ্ধি হইবে। পৃথিবীৰ উপৰিস্থ কঠিন আবৰণ নিচৰ দিকে ক্ৰমশঃ তবল হইয়া গিয়াছে। কেন্দ্ৰেৰ নিকট বোধ হয় এখনও বাষ্পই বিद्यমান বহিষাছে।

পৃথিবী যখন ঠাণ্ডা হইতে লাগিল তখন প্ৰথমে লৌহ, নিকেল প্ৰভৃতিৰ বাষ্প জমিয়া তবল হইল পৰে জলীয় বাষ্প জমিল। এইৰূপে বিভিন্ন তবল পদাৰ্থ যখন একত্ৰ হইল তখন ভাবীগুলি পৃথিবীৰ কেন্দ্ৰেৰ নিকট সঞ্চিত হইল এবং ক্ৰমে লঘুতৰ তবল পদাৰ্থগুলি ইহাৰ উপৰ সঞ্চিত হইল। এই লঘুতৰ তবল পদাৰ্থগুলি আৰু শীতল হইয়া জমিয়া কঠিন হইয়া গেল।

পৃথিবী প্ৰভৃতি গ্ৰহ এবং ইহাদেৰ উপগ্ৰহগণ এক সময়ে সূৰ্যেৰ অংশ ছিল। তাহা হইলে পৃথিবীৰ উপাদানগুলিও যে সূৰ্যে বিद्यমান আছে ইহাও বলা যাইতে পাবে।

সংক্ষেপ :- ক্যান্ট ও লাপলাসেৰ নীহারিকাবাদ মতে ঘূৰ্ণায়মান জলন্ত বাষ্পীয় পিণ্ড হইতে বলয় পৃথক হইয়া সঙ্কুচিত হইয়া পৰ পৰ কয়েকটি গ্ৰহেৰ সৃষ্টি কৰিল। সৰ্বশেষ ৭য় অংশটুকু রহিল তাহাই সূৰ্য। এ মতবাদ এখন প্ৰচলিত নাই। এখন জিন্স ও জেফ্ৰিসএৰ জোয়ারীবাদ বা গ্ৰহকণিকাবাদ প্ৰচলিত। ঠাণ্ডাদেৰ মতে সূৰ্য অপেক্ষা বহুগুণ বড় একটি নক্ষত্ৰ সূৰ্যেৰ নিকট দিয়া চলিয়া যাওয়ায় সূৰ্যেৰ অংশ বিশেষ ফীত হইয়া ক্ৰমে নক্ষত্ৰটি নিকটতম হইলে সূৰ্যেৰ

ঐ শীত অংশ বিচ্ছিন্ন হইয়া যায়। সূর্য ও নক্ষত্রের আকর্ষণে ঐ বিচ্ছিন্ন অংশের দুই দিক দক হইয়া যায়। এই পটোলাকৃতি বাষ্পপিণ্ড খণ্ড খণ্ড হইয়া আবার গ্রহ উপগ্রহাকারে আজিও বিদ্যমান। বিকিরণ হেতু বাষ্পপিণ্ড জমিয়া তবল ও কঠিন হইয়া বাওয়ায় পৃথিবীপৃষ্ঠে মাটি ও জল জমিয়া উঠে। যে অংশ এখনও গ্যাসেব মত বহিষাছে, তাহাই বায়ুমণ্ডল। ভূগর্ভ এখন ভূপৃষ্ঠ হইতে বহু উচ্চ। সেখানে যে তরল পদার্থ আছে তাহা ভূ-পৃষ্ঠেব তরল পদার্থ অপেক্ষা গুরুতর।

প্রথম প্রশ্নমালা

১। পৃথিবী কিরূপে সৃষ্ট হইল বল। (State how the earth was created)

[কঃ বিঃ ১৯৪০]

২। লাপলাস ও ক্যান্টের মতবাদ কি? অথবা নীহারিকাবাদ বশিতে কি বুঝায সবিস্তার লিখ। (What is Laplas's and Cant's theory? Or write in detail what is meant by Nebular hypothesis)

৩। জিন্স ও জেফ্রিসএর মতবাদ কি? অথবা জোয়ারীবাদ বা গ্রহকণিকাবাদ বলিতে কি বুঝ লিখ। (What is Jean's and Zefrey's theory? Or state what do you understand by Tidal theory Or Planetesimal theory)

৪। পৃথিবীর জন্ম সম্বন্ধে কোন্ মতবাদ বর্তমানে প্রচলিত—নীহারিকাবাদ না গ্রহকণিকা-বাদ? দুইটি মতের আবিষ্কর্তাদেব নাম কব। (What theory is current—Nebular theory or Planetesimal theory? Who are the inventors of the theories?)

—————

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ

ভূ-ত্বক, শিলা ও পৃথিবীর আভ্যন্তরীণ অবস্থা

ভূ-ত্বক—জন্মেব পৰ বাষ্পীয় হইতে ক্ৰমে পৃথিবী তৰল গোলকৰূপে যখন সূৰ্য্যেৰ চাৰিদিকে ঘূৰিতেছিল তখন ইহাৰ তাপ চাৰিদিকে বিকিৰিত হইতেছিল। কাজেই শীতল হইয়া কতকগুলি উপাদান জমাট বাঁধিয়া কঠিন হইল। এইকপ জমাট বাঁধিয়া কঠিন হওবাব ফলে সঙ্কোচন আবন্ত হইল। সঙ্কে সঙ্কে পৃথিবী পৃষ্ঠেৰ কোথাও চাপে ফুলিয়া উঠিল, কোথাও নামিয়া গেল। যে স্থান নামিয়া গেল সে স্থানে তৰল পদাৰ্থ আসিয়া জমিল, কাজেই পৃথিবী পৃষ্ঠে কঠিন স্থল ও তৰল পদাৰ্থ জন্মেব, একটা মোটামুটি বিভাগ হইয়া গেল। বাষ্পপিণ্ডে যে জনীয় বণা বিজ্ঞমান ছিল তাহাবাই জমিয়া জনকপে সঞ্চিত হইল। কিন্তু সঙ্কে সঙ্কে লবণ জাতীয় পদাৰ্থেৰ বাষ্প ঐ জন্মেবমুনো মিশ্ৰিত থাকিয়া গেল। এখন পৃথিবী পৃষ্ঠেৰ প্ৰায় তিন ভাগ জল এবং এক ভাগ স্থল এবং এই অসীম জলবাশি কেন লবণাক্ত বৃষ্টিতে পাবি। কিন্তু এষ্ট অসীম জলবাশিব নিচেও স্থল। সমুদ্রেৰ জলতল সীমা ধৰিলে পৃথিবী পৃষ্ঠে পাহাড় পৰ্বতগুলিৰ সৰ্বাধিক উচ্চতা প্ৰায় ২৯০০০ ফিট এবং সমুদ্রেৰ সৰ্বানিক গভীৰতা ৩৫০০০ ফিট। যাহা হউক পৃথিবী পৃষ্ঠেৰ জলবাশি ভিন্ন যে স্থলভাগ আববণকপে বিজ্ঞমান তাহাব উপাদানও বহু প্ৰকাৰেব। কিন্তু বৈজ্ঞানিকগণ এই স্থলভাগেৰ অংশ মাত্ৰকেই শিলা বলিয়া থাকেন। তাহাদেব মতে পাথৰ, চুড়ি, বাকৰ যেমন শিলা তেমনই বালুকণা কাদা মাটি প্ৰভৃতিও শিলা। বস্তুত খনিজ কঠিন পদাৰ্থ মাত্ৰই শিলা। তবে সমস্ত শিলাগুলিকে তাহাবা তিনটি বিভিন্ন বিভাগে বিভক্ত কৰিয়াছেন, যথা :—**আগ্নেয়, পলল ও পৰিবৰ্তিত শিলা।**

আগ্নেয় শিলা (Igneous rock) :—নৈসৰ্গিক কাৰণে উদ্ভূত অবস্থা হইতে

শীতল হইয়া কঠিন অবস্থা প্রাপ্ত হইলে যে শিলা গঠিত হয় তাহারাই আগ্নেয় শিলা। অগ্ন্যুৎপাতের

সময় আগ্নেয় গিবির গর্ভ হইতে যে নিশ্রাব বহির্গত হয় তাহা বা শীতল হইয়া আগ্নেয় শিলারূপে বিচ্ছিন্নমান থাকে। অনেক সময় আগ্নেয়গিবি নিঃসৃত আগ্নেয় শিলার ভিতর বায়ু বা বাষ্পীয় পদার্থের জন্ত জ্বালি জ্বালি ফাঁপা হইয়া যায়। আবার ধূলা, বালি, ছোট ছোট পাথর প্রভৃতি নির্গত হইয়া একত্রে জমাট বাঁধিয়া



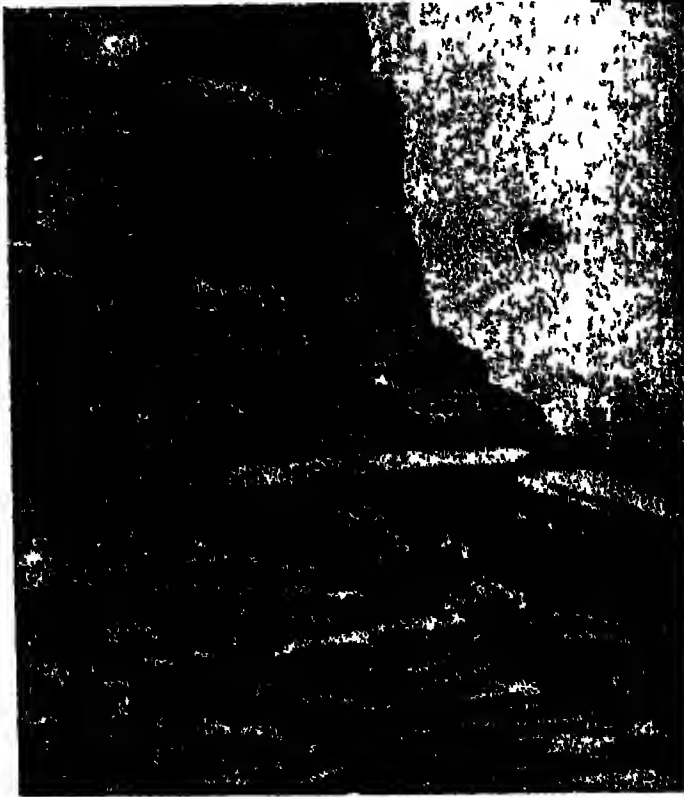
এক চিত্র—আগ্নেয় শিলা

যায়—তাহাবাও আগ্নেয় শিলা, তবে ইহাবা **টাফ** (Tuff) নামে অভিহিত হইয়া থাকে। আগ্নেয় শিলা দুই বকম, **প্লুটনিক** (Plutonic) ও **ভলকানিক** (Volcanic)। ভূগর্ভের গলিত পদার্থ ভূগর্ভে আবদ্ধ থাকিয়া শীতল হইয়া কঠিন হইয়া যাওয়ায় প্লুটনিক শিলা সৃষ্ট হইয়াছে, এবং ভলকানিক শিলা ভূগর্ভের বাহিরে আসিয়া জমিয়া থাকে।

গ্র্যানাইট (Granite) প্লুটনিক শিলার উত্তম দৃষ্টান্ত। ইহাবা সাধারণত তিন প্রকার বিভিন্ন উপাদানের সহিত পবম্পব ওতঃপ্রোত ভাবে মিশ্রিত হইয়া থাকে। মাংসের বড়ের মত অল্প লালভাষুক্ত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কেলাসিত অংশটির নাম **ফেলস্পার** (Felspar)। ইম্পাতের ছবি কাঁচাতে ইহাতে দাগ পড়ে। স্বচ্ছ কাঁচের মত আব একটু উপাদান ইহাতে থাকে তাহাব উপর ছবিব আঁচড় বসে

না, সে উপাদানটির নাম কোয়ার্ট্‌জ (Quartz)। বাকি তৃতীয় উপাদানটি অম্ল (Mica), ইহা নবম, ছবিৰ অঁচডে ইহাব উপৰ দাগ পড়ে—দেখিতে কখনও সাদা, কখনও কাল, পর্দায় পর্দায় সজ্জিত। অনেক সময় একপ আগ্নেয় শিলাগুলি ভূসমান্তবাল ভাবে থাকে কখনও বা ফাটলেব মৰ্যে খাড়া ভাবে জমাট বাঁধিয়া থাকে, পৃথোকগুলি শিল (Sill) শেথোকগুলি ডাইক (Dike)।

পলল শিলা (Sedimentary Rock):—বায়ু, বৃষ্টি, সূর্যোত্তাপ প্রভৃতি প্রাকৃতিক কাৰণে বাসায়নিক বা যান্ত্রিক উপায়ে পৃথিবীৰ পৃষ্ঠে ক্রমাগত ভাঙ্গন গড়ন চলিতেছে। ফলে পৃথিবীৰ এক স্থানেব শিলা বা মৃত্তিকা অগ্ন স্থানে চালিত হইতেছে। একটি স্তবেব উপৰ একটি স্তব ক্রমে আব একটি স্তব সজ্জিত হইয়া



৪নং চিত্র—পলল শিলা

যে শিলা গঠন করে তাহাই পলল শিলা। আমবা নিত্য বাটনা বাটিবাব জন্য যে শিলা ব্যবহার কবি তাহা পলল শিলা। যখন শিল কাটাই হয় তখন একটু লক্ষ্য কবিলে দেখিবে, যে শিল কাটে সে কাটিবাব সময় একটি নির্দিষ্ট দিকে আঘাত কবিলে প্রস্তুত-ভূত বালুকণাগুলি সারিবদ্ধ ভাবে ছাডিয়া যায়। চেষ্টা কবিলে ইহাকে

স্তবে স্তবে ছাড়াইয়া ফেলা যায়—বালুকণাগুলি এমন স্তম্ভবদ্ধ ভাবে সাজান থাকে। কলিকাতাব ফুটপাথে যে পাথৰ গাঁথা থাকে তাহা পলল

শিলাব অত্যুৎকৃষ্ট উদাহরণ—ইহাদিগকে **বেলে পাথর (Sandstone)** কহে।

এইরূপ স্তব বিলুপ্ত হয় বলিয়া এমনও দেখা যায় পলল শিলাব মধ্যে কত জীব জন্তুব বক্ষাল বা জীবাশ্ম প্রোথিত হইয়া গিয়াছে। আগ্নেয় শিলা উত্তপ্ত উপাদান হইতে গঠিত বলিয়া কখনও ইহাব মধ্যে জীব থাকিতে পারে না। তাই আগ্নেয় শিলাব মধ্যে কখনই জীবাশ্ম পাওয়া সম্ভব নয়। জীবাশ্ম থাকা বা না থাকাই পলল শিলা বা আগ্নেয় শিলাব প্রধান বৈশিষ্ট্য। উত্তাপ হেতু কয়লাব জন্ম, তথাপি কয়লা এক প্রকার পলল শিলা।

হিমালয় পর্বতে এমন অনেক পলল শিলা পাওয়া যায় যাহাতে সামুদ্রিক উদ্ভিদ বা জীবজন্তুব জীবাশ্ম বর্তিয়াছে। ইহাতে বলা যায় এক সময়ে ঐ সকল শিলাগুলি সমুদ্রগর্ভে উৎপন্ন হইয়াছিল। এইরূপে জলজ বা স্থলজ, সামুদ্রিক বা হ্রদেব গাছপালা বা জীবজন্তুব জীবাশ্ম দেখিয়া কোন্ শিলা কোথায় জন্মিয়াছিল বলা যাইতে পারে।

পরিবর্তিত শিলা (Metamorphic rock)—তাপ ও চাপ ইত্যাদির বৈষম্য হেতু আগ্নেয় বা পলল শিলা হইতে পরিবর্তিত শিলা উৎপন্ন হয়। ইহাদিগকে দেখিলে সহজে কোন্ শ্রেণীভুক্ত ধরা যায় না। চুনা পাথর হইতে মার্বেল পাথরব জন্ম। দেখিলে কিন্তু মনে হয় না যে কোন দিন মার্বেল পাথর চুনা পাথর ছিল। মনে হয় চুনা পাথর পলল শিলা এবং মার্বেল পাথর আগ্নেয় শিলা। এইরূপ বর্দম হইতে স্লেট পাথরব জন্ম।

অনেক সময় দেখা যায় জীবাণু বা উদ্ভিজ্জাতিক অবশিষ্ট একত্র হইয়া প্রস্তুতীভূত হইয়া গিয়াছে, ইহাদিগকে **জৈব শিলা (Organically derived rock)** বলা হয়। চা-খড়ি এবং স্পঞ্জ জৈব শিলাব উৎকৃষ্ট দৃষ্টান্ত।

ভূপৃষ্ঠেব স্থলভাগে নানা জাতীয় শিলাব আস্তবর্ণটিতে আগ্নেয় শিলা এবং পলল শিলা সমপরিমাণে বর্তমান। খনি বা নলকূপ খনন করিবাব কালে

পৃথিবীর অভ্যন্তরস্থ শিলা পরীক্ষা করিয়া দেখা গিয়াছে, পৃথিবীর অভ্যন্তরে ভূপৃষ্ঠ হইতে অল্প নিচে আব পলল শিলা নাই, কেবলমাত্র আগ্নেয় শিলা এবং তাহা প্রধানত গ্রানাইট জাতীয়। সমুদ্রতলে বা সমুদ্র মধ্যে যে দ্বীপ গুলি আছে তাহারা **বাসাল্ট** (Basalt) জাতীয় শিলাদ্বারা গঠিত। আগ্নেয় গিবি হইতে যে লাভা উদ্গীর্ণ হয় তাহাও বাসাল্ট জাতীয়। বাসাল্ট আগ্নেয় শিলা। গ্রানাইট যেমন ভূগর্ভে জমিয়া থাকে—ইহাও সেকপ নহে। ভূগর্ভ হইতে বাহির হইয়া ভূপৃষ্ঠে জমিয়া থাকে।

এইরূপে বুঝা যায় স্থলভাগ প্রধানত গ্রানাইট জাতীয় শিলায় প্রস্তুত। ইহাব নিচে সাগরের তলদেশ দিয়া সমস্ত পৃথিবীব্যাপী আব একটি স্তর আছে তাহা প্রধানত বাসাল্ট দ্বারা গঠিত। বাসাল্ট স্তর হইতে পৃথিবী পৃষ্ঠ পর্যন্ত স্তরগুলিকে আমবা সাদাবর্ণত ভয়ক বলিয়া থাকি। কায়কটি প্রাকৃতিক কাৰণে পৃথিবী কেমন করিয়া পৰিবৰ্তিত হইতেনো তাহা নিয়ে বিবৃত হইল।

পাহাড় হইতে প্রস্ৰব ও উপলখণ্ড নদী স্রোতে বাহিত হইয়া নিম্ন দিবে গড়াইয়া আসিতেছে। আসিবাব সময় পবম্পব পবম্পবেব সহিত ঘৰ্ষণে ক্ৰমে ক্ষুদ্রাকাব হইয়া যায়। অবশেষে বড় বড় প্রস্ৰব খণ্ড বালুকণায় পৰিণত হইয়া যায়। নদী যখন সমতল দেশে আসে তখন উহাব বেগ মন্দীভূত হয়, কাজেই অপেক্ষাকৃত বড় এবং ভাবী প্রস্ৰব খণ্ড থিতাইয়া পড়ে। যত সমুদ্র নিকটবর্তী হইতে থাকে ততই ইহাব বেগ কমিয়া আসে। আসিবাব সময় পৃথিমধ্য হইতে যে কৰ্দম বাহিয়া আনিয়া ছিল তাহা বালুকণাব সহিত জমিয়া স্থানে স্থানে সঞ্চিত হয় ও চৰেব সৃষ্টি কৰে। নদীমধ্যবর্তী চৰ ক্ৰমশঃ বিস্তীৰ্ণ হইয়া নদীকে বিভিন্ন ধাবায় বিভক্ত কৰে। এই চৰভূমিব উৰ্বৰতা অতিশয় প্রবল। নদী যখন সাগৰে আসিয়া পড়ে তখন উহাব মোহানাব নিকট যে ত্ৰিকোণাকাব চৰগুলি সৃষ্টি কৰে তাহাদিগকে ব-দ্বীপ বলে। এই ব-দ্বীপে ক্ৰমে চাষ আবাদ হইতে মানুষেব বসতি আবম্ভ হয়। তখন ইহা জনপূৰ্ণ

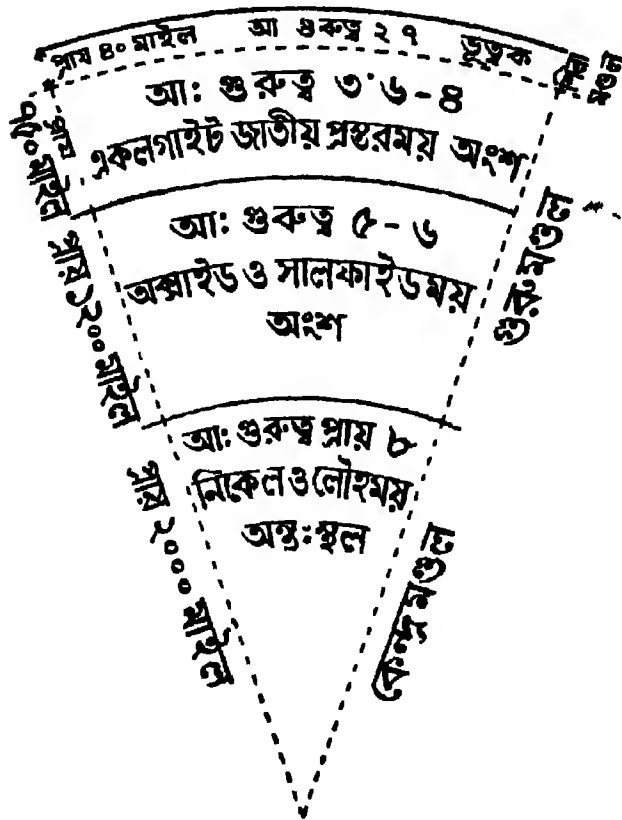
লোকালয়ে পবিণত হয়। এতদ্ভিন্ন পৃথিবীর উপর বায়ু ও তাপের ক্রিয়া দ্বারা ক্রীড়নে ইহাব পৃষ্ঠ পবিবর্তিত হইতেছে তাহা পদার্থ বিজ্ঞাব চতুর্থ পবিচ্ছেদেব শেষে কিছু কিছু পডিযাছ। ভূচাক্ষল্যে উহার পৃষ্ঠে যে পবিবর্তন সাধিত হয় তাহা পববর্তী পবিচ্ছেদে পাঠ কবিবে।

পৃথিবীর অভ্যন্তরের অবস্থা

পূর্বে জানা গিয়াছে পৃথিবীর আপেক্ষিক গুরুত্ব ৫ এবং ইহাব ব্যাসার্ধ ৪০০ চাবি হাজাব মাইল। খনি খুঁড়িয়া মানুষ মাত্র দুই মাইল পর্যন্ত ইহাব গর্ভে প্রবেশ কবিত্তে সক্ষম হইযাছে। সমুদ্রেব গড় গভীরতাও ন্যূনাত্মক দুই মাইল। বাকি অংশ কি উপাদানে গঠিত তাহা প্রত্যক্ষভাবে পবীক্ষা কবিত্তে মানুষেব সাধ্য হয় নাই। বঙ্গনা দ্বাবা বৈজ্ঞানিকগণ যাহা অনুমান কবিযাছেন তাহাতেও যথেষ্ট মত ভেদ পবিলক্ষিত হয়। তথাপি মানুষেব মনে অজ্ঞাত জিনিষেব বিষয়ে জানিবাব আকাঙ্ক্ষা চিব প্রজ্জলিত থাকায় তাহাবা পৃথিবীর অভ্যন্তরেব অবস্থা জানিবাব জন্ত কতই না চেষ্টা কবিত্তেছে।

ভূ-ত্বক মাত্র ৪০ মাইল পুরু। ইহাব প্রধান উপাদান গ্র্যানাইট ও ব্যাসল্ট জাতীয় শিলা, প্রথম ২৫ মাইল গ্র্যানাইট, পববর্তী ১৫ মাইল ব্যাসল্ট। কিন্তু এতদুভয়েব গড় আপেক্ষিক গুরুত্ব ২.৬ বা কিছুদধিক। তাহা হইলে পৃথিবীর অভ্যন্তরে যে পদার্থ আছে তাহাদেব আপেক্ষিক গুরুত্ব ৮ এব কম নহে। এ দিকে আবাব লক্ষ্য কবা গিয়াছে যে, পৃথিবীর কেন্দ্রেব যত নিকটবর্তী হওয়া যায় ততই উষ্ণতা বৃদ্ধি পাইতে থাকে এবং ভূ-পৃষ্ঠেব কাছাকাছি প্রতি ১০০ ফুট গভীরতায় ১° ফাৰেনহিট উষ্ণতা বাড়ে। অবশ্য যত কেন্দ্রেব নিকটবর্তী হওয়া যায় ততই এই উষ্ণতা বৃদ্ধিৰ হাব কমিয়া যায়। তখন আব প্রতি একশত ফুটে ১° ডিগ্রী ফাৰেনহিট উষ্ণতা বাড়ে না। যাহা হউক কম হাবে বাড়িলেও বৈজ্ঞানিকগণ স্থির কবিযাছেন কেন্দ্রেব নিকট উষ্ণতা এক লক্ষ ডিগ্রী

ফাভেনহিটের কম হইবে না। এত অধিক উষ্ণতায় পার্থিব কোন পদার্থই কঠিন বা তবল অবস্থায় থাকিতে পাবে না, গ্যাসীয় আকার ধারণ কবে। আবার এদিকে ভূ-ত্বক কঠিন হওয়ায় অভ্যন্তরস্থ পদার্থ গ্যাসীয় হইয়া প্রসারিত হইতে না পারিয়া অত্যধিক চাপের মধ্যে থাকে। এই চাপের পরিমাণ হিসাব করিয়া অনেক বৈজ্ঞানিক স্থির করিয়াছেন সমুদ্রপৃষ্ঠে বায়ু মণ্ডলের চাপের ত্রিশ-লক্ষগুণ অধিক। অতএব এত চাপে পূর্বোক্ত উষ্ণতায় থাকিয়াও পার্থিব পদার্থ গুলি কঠিন পদার্থের ন্যায় হইয়া বহিয়াছে। যদি কোনক্রমে পৃথিবী পৃষ্ঠ হইতে পৃথিবীর অভ্যন্তরের ঐকপ কোন এক স্তর পর্যন্ত ছিদ্র করা যায় তবে প্রচণ্ড বেগে গলিত উপাদান বাহিরে আসিয়া উৎক্ষিপ্ত হইবে।



৭নং চিত্র—ভূ-গর্ভের স্তর

এবং লৌহের আপেক্ষিক গুরুত্বও তাই। কাজেই বৈজ্ঞানিকগণ অনুমান করেন পৃথিবীর কেন্দ্রে লৌহ ও নিকেল আছে। উদ্ধায় এই দুইটি ধাতু থাকে।

ভূ-ত্বকের পবে প্রায় ৭৫০ মাইল পুরু স্তরটির আপেক্ষিক গুরুত্ব ৩.৫ বলিয়া অনুমান করা গিয়াছে। ইহাও এক প্রকার প্রস্তর জাতীয় পদার্থ দ্বারা গঠিত।

পর্ববর্তী ১২০০ মাইল পুরু স্তরটির আপেক্ষিক গুরুত্ব ৫ হইতে ৬, ইহা প্রধানত অক্সাইড ও সালফাইডময় পদার্থ দ্বারা গঠিত।

কেন্দ্র হইতে ২০০০ মাইল ব্যাসার্ধ লইয়া যে স্তর, তাহার আপেক্ষিক গুরুত্ব ৮, নিকেল

কাজেই পৃথিবীর কেন্দ্রে যে নিকেল ও লৌহ আছে সে ধারণা আবও দৃঢ় হইয়া যায়।

আগ্নেয় গিবি হইতে লাভা উদ্গীৰ্ণ, পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে উষ্ণ প্রস্রবন, খনিব ভিতর উষ্ণতা বৃদ্ধি প্রভৃতি বাষ্পাবগুলি পৃথিবীর অভ্যন্তর যে উষ্ণ তাহা প্রমাণ করিতে বিশেষরূপে সাহায্য কবে।

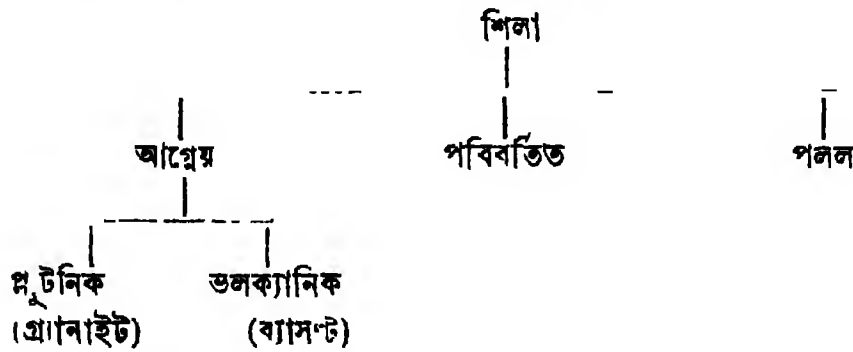
পৃথিবীর অভ্যন্তরে কোন এক স্থানে কোন বিশেষ কাৰণে চাঞ্চল্য উপস্থিত হইলে সময় সময় ভূপৃষ্ঠে তাহা ভূমিকম্পরূপে প্রকাশ পায়। বিস্তীর্ণ ভূমি লইয়া ভূমিকম্পের প্রভাব পবিলক্ষিত হইলেও ইহা একটি কেন্দ্র হইতে উৎপন্ন হইয়া চারিদিকে ছড়াইয়া পড়ে। এই কম্পন তবঙ্গ দুই প্রকার। কতকগুলি তবঙ্গ কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় পদার্থের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়, কতকগুলি কেবল মাত্র কঠিন পদার্থের ভিতর দিয়া চালিত হয়। কিন্তু উভয় ক্ষেত্রে কঠিন পদার্থের ভিতর দিয়াই তবঙ্গগুলি দ্রুততর বেগে ছড়াইয়া পড়ে এবং পদার্থ যত স্থিতিশীল হয় ইহার মধ্যে কম্পনতবঙ্গের গতিও তত দ্রুত হয়।

পরীক্ষায় জানা গিয়াছে ভূ-ত্বক দিয়া ভূমিকম্পের তরঙ্গ যে সময়ে কোন এক নির্দিষ্ট দূরত্ব অতিক্রম কবে, নিম্নতর স্তর দিয়া তদধিক দূরত্ব অতিক্রম করিতে তাহা অপেক্ষাও অল্প সময় লাগে। অতএব ভূগর্ভের অভ্যন্তর ভাগ ক্রমেই গুরু হইতে গুরুতর বা অধিক স্থিতিশীল।

ভূ-ত্বকে **শিলামণ্ডল** (Lithosphere), নিকেল বা লৌহময় স্থানকে **কেন্দ্রমণ্ডল** (Centrosphere) এবং বাকি অংশকে **গুরুমণ্ডল** (Barysphere) বলা হয়।

সংক্ষেপ :- তাপবিকিরণ হেতু পৃথিবীপৃষ্ঠ গ্যাসীয় হইতে ক্রমে তরল ও কঠিন হইয়াছে। অভ্যন্তর এখনও খুব উত্তপ্ত আছে। ভূপৃষ্ঠ কঠিন হওয়ার চাপে কোথাও উঁচু কোথাও নিচু হইয়াছে, নিচু স্থানে জল জমিয়া সমুদ্ররূপে বর্তমান। সর্বাধিক উচ্চস্থানগুলি পাহাড় পর্বতরূপে বিদ্যমান। লবণ জাতীয় বাষ্প ঐ জলে গুলিয়া যাওয়ার সমুদ্রের জল লবণাক্ত হইয়াছে। পৃথিবীর উপাদানগুলি, কঁকর, বালি, মাটি, কাদা পাথর, বাহাই

হউক না কেন বৈজ্ঞানিকগণের মতে সকলগুলিই শিলা। আগ্নেয়, পলল পরিবর্তিত, তিন বকম শিলা; আগ্নেয় শিলার জীবাশ্ম নাই এবং স্তরে স্তরে বিস্তৃত নয়—পলল শিলার জীবাশ্ম দেখা যাইতে পারে এবং ইহার মধ্যে স্তব আছে। আগ্নেয় শিলায় যাহারা ভূগর্ভে জমাট বাঁধে তাহারা গ্র্যানাইট জাতীয়, যাহারা বাহিরে উৎক্ষিপ্ত হইয়া জমাট বাঁধে তাহারা ব্যাস্ট জাতীয়। যেগুলি ভূসমাস্তবাল স্তরে জমে তাহারা ডাইক, যাহারা খাড়া ভাবে সঙ্কীর্ণ পথে জমাট বাঁধে তাহারা শিল। শিলা, কাদা নদীবাহিত হইয়া চর ও ব-দ্বীপের সৃষ্টি করে।



ভূ-ত্বক বা শিলামণ্ডল ৪০ মাইল পুরু—সকলের উপরের অংশ গ্র্যানাইটময়। পরবর্তী ১৫ মাইল ব্যাস্ট গঠিত। ভূ-ত্বকের আপেক্ষিক গুরুত্ব ২.৬। পরবর্তী ৭৫০ মাইল প্রস্তবময়, ইহার আপেক্ষিক গুরুত্ব ৩.৫, তৎপরবর্তী ১২০০ মাইল অক্সাইড ও সালফাইডময়—আপেক্ষিক গুরুত্ব ৫ হইতে ৬। সর্বসমেত ১৯৫০ মাইল গুরুমণ্ডল। কেন্দ্রের চতুর্দিকে ২০০০ মাইল নিকেল ও লৌহ গঠিত, কেন্দ্রমণ্ডল সর্বাপেক্ষা ভারী, আপেক্ষিক গুরুত্ব ৮।

দ্বিতীয় প্রশ্নমালা

১। ভূ-ত্বক কিরূপে সৃষ্ট হইল (কঃ বিঃ ১৯৪০)? ইহার উপাদান কি কি? ইহার বেধ ও আপেক্ষিক গুরুত্ব কত? কেন ইহার নাম শিলামণ্ডল হইল বল। (How the earth's crust was formed? What are its constituents? What are its thickness and specific gravity? Why is it called lithosphere?)

২। আগ্নেয়, পলল ও পরিবর্তিত শিলা কাকে বলে উদাহরণ দ্বারা বুঝাইয়া দাও। (Explain with example what are called igneous, sedimentary and metamorphic rocks)

৩। জৈব শিলা, গ্র্যানাইট, ব্যাসাল্ট, ডাইক, সিল, বলিতে কি বুঝ লিখ। (What do you understand by organic rock, granite, basalt, dyke and sill ?)

৪। পৃথিবীর অভ্যন্তর ভাগের অবস্থা সম্বন্ধে বাহ্যিক জ্ঞান বিস্তারিত ভাবে লিখ। (Write in detail what you know about the interior of the earth)

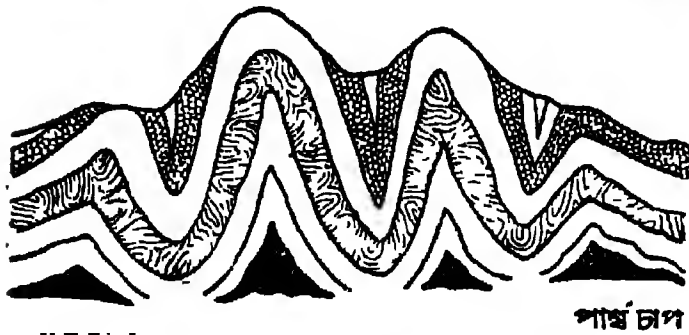
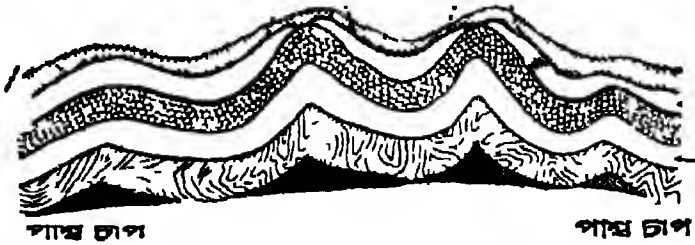
৫। নিম্নলিখিতগুলি সম্বন্ধে বাহ্যিক জ্ঞান লিখ :—গুরুমণ্ডল ও কেন্দ্রমণ্ডল। (Write what you know of the following – Barysphere and centro-sphere)

—————

তৃতীয় পরিচ্ছেদ

ভূ-চাক্ষুৰ্য

পূৰ্বে ভূ-ত্বকেৰ পৰিবৰ্তন সম্বন্ধে কিছু কিছু বলা হইযাছে। এইবাব ভূ-চাক্ষুৰ্য্যেৰ জন্তু আলোডন বা তজ্জনিত পৃথিবীৰ বহিৰ্গঠন কিকপে পৰিবৰ্তিত হয় দেখা যাউক। যখন পৃথিবী শীতল হইয়া সঙ্কুচিত হইতে লাগিল তখন ভূ-ত্বকে চাপ লাগিল। ফলে কোন স্থান উচু হইয়া উঠিল কোন স্থান নিচু হইয়া গেল। এই উচু নিচু হইবাব একটা দৃষ্টান্ত ধৰা যাইতে পাৰে। এক গোছা পাতলা কাগজ উপৰ উপৰ সাজাইয়া বাখিয়া তাহাৰ উপৰ কোন ভাবী জিনিষ বাখিয়া দুই দিক হইতে চাপ দিলে দেখা যায় দুই পাশেৰ চাপেৰ মধ্যবৰ্তী স্থানটুকুৰ কোথাও উচু কোথাও নিচু হইয়া গিয়াছে।

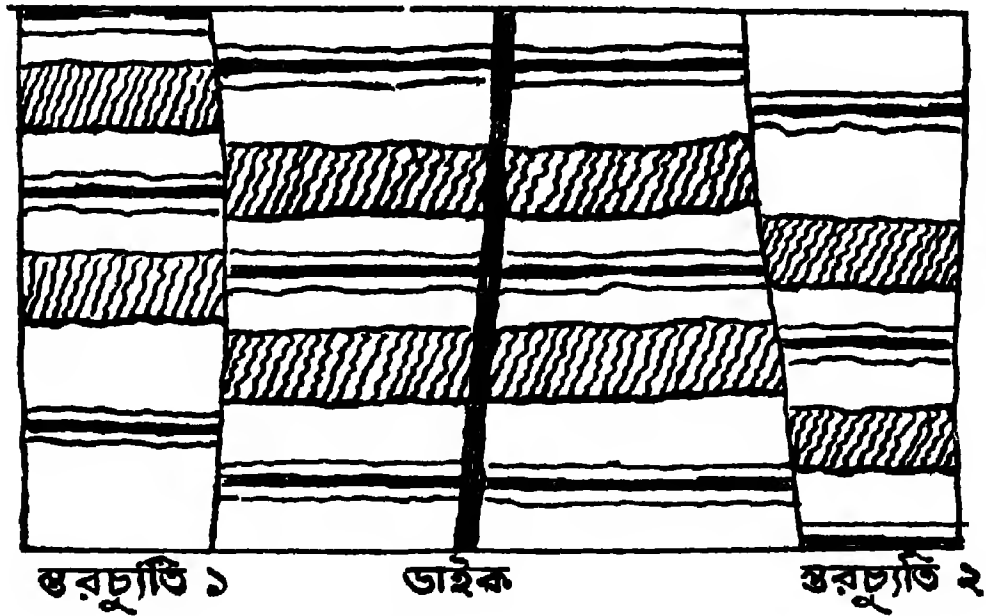
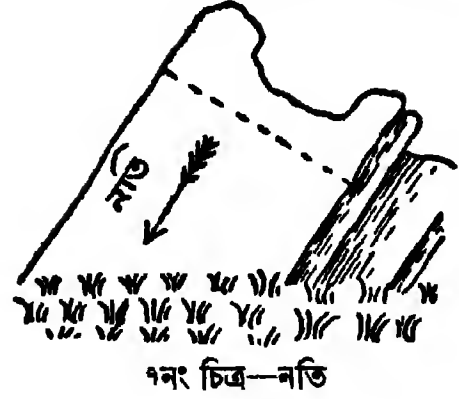


৬নং চিত্ৰ—ভূ-ত্বকে ভাঁজ

সমষ্টিকে ভাঁজ (Fold) বলা হয়। ভাঁজেৰ মধ্য কোথাও কোথাও কাপা থাকিয়া যাওযাও স্বাভাবিক। কখনও কখনও এই চাপ হেতু ভূ-ত্বকেৰ

চিত্ৰ দেখিলে বুঝিতে পাৰিবে, যে স্থান উচু হইল সেটি পাহাড় বা পৰ্বত হইল, যেস্থান নামিয়া গেল সেখানে হ্ৰদ, সমুদ্ৰ আবার কোথাও বা উপত্যকা, অধিত্যকা ইত্যাদি সৃষ্টি কৰিল। সঙ্কোচন হেতু পৃথিবীৰ ঐৰূপ কয়েকটি উন্নত বা অবনত স্থানেৰ

শিলাগুলি ঝাঁকিয়া নত (Tilted) হইয়া যায়। চিত্রে একটি শিলার নতি দেখান হইল। পূর্বে তোমরা কাহাকে ডাইক বা শিল বলে জানিয়াছ। এই ডাইক বা শিল উৎপন্ন হইলে উত্থানের দুই পার্শ্ববর্তী ভূ-স্তরের মধ্যে আঁট থাকে না, সন্যোগ পাইলে অতি সহজেই এক পার্শ্বের নয় অপব পার্শ্বের স্তর উঠিয়া বা নামিয়া যায়, ইহাকে **স্তরচ্যুতি** (Fault) বলা হয়। সকল সময়ই যে শিল বা ডাইকের জন্তই স্তরচ্যুতি হয়



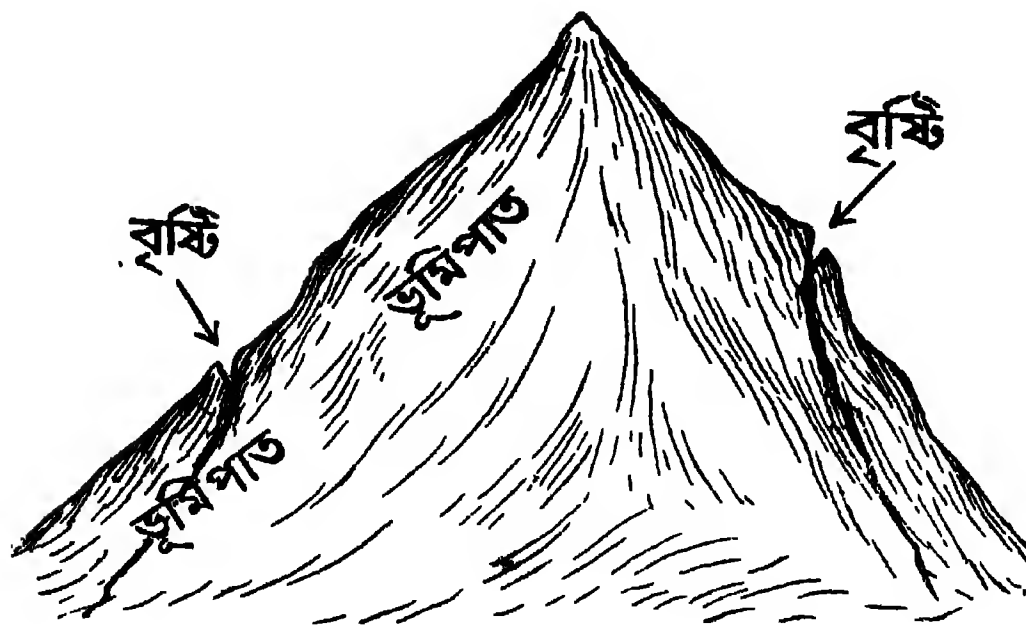
৮নং চিত্র—স্তরচ্যুতি

এমন নহে। শিল বা ডাইক না থাকিলেও স্তরচ্যুতি হইতে পারে। চিত্রে একটি স্তরের চ্যুতি দেখান হইল।

ভূস্তরের এক অংশের তিনটি ডাইকের জন্ত উত্থান পৰিণতি দেখান হইল। বামদিকের স্তরটি মধ্যের স্বাভাবিক স্তর হইতে উঠিয়া গিয়াছে এবং ডানদিকের স্তরগুলি নামিয়া গিয়াছে, কিন্তু মধ্যস্থলে একটি ডাইক থাকা স্বত্বেও স্তরচ্যুতি হয় নাই, দুই পার্শ্বের স্তরগুলি সমান সমান বিগলিত বহিয়াছে।

যখন স্বাভাবিক স্তব হইতে একটি স্তব চ্যুত হইয়া নিচে নামিয়া যায় তখন স্বাভাবিক চ্যুতি (চিত্রে ২) এবং যখন উঠিয়া যায় তখন বিপরীত চ্যুতি (চিত্রে ১) ঘটে।

পর্বত গাত্রে যদি শিথিল শিলাস্তব কিংবা পর্বতের ঢালের দিকে ঢালু হইয়া শিলাস্তব থাকে তবে তাহা পৃথিবীর আকর্ষণের জন্ম খসিয়া

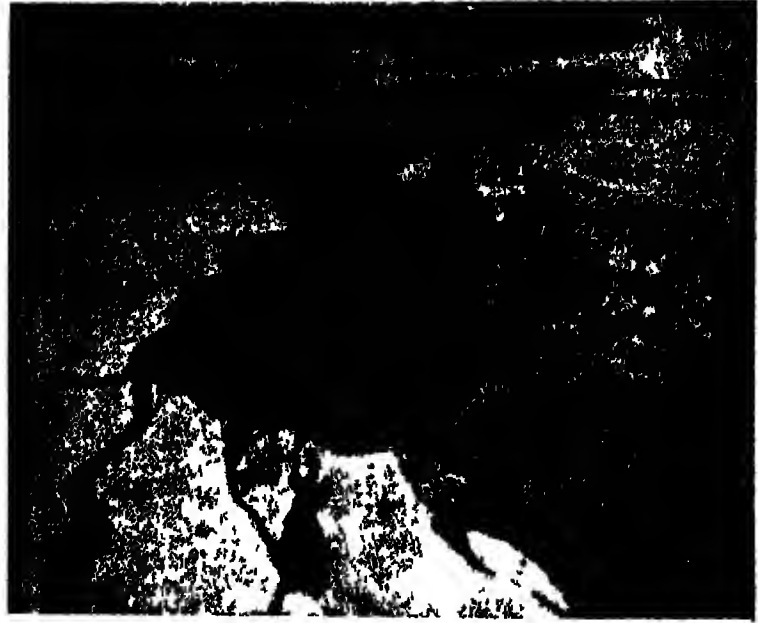


৯নং চিত্র—ভূমিপাত

পড়িবার সম্ভাবনা থাকে। বিশেষত যখন বৃষ্টিপাত হইয়া উহাৰ মধ্যে জল প্রবেশ কৰিতে পায় তখন খসিয়া পড়া আৰও সহজ হইয়া যায়। এইকপ শিলা খসিয়া যাওযাকে **ভূমিপাত** বা **ধস** (Landslide) বলা হয়। হিমালয়ে প্রায়ই একপ ভূমিপাত হইয়া থাকে। একই বকমে বৰফ বা তুষাৰ খসিয়া পড়াকে **বরফনাশা** (Avalanche) বলে।

ভূমিকম্প :—কোন কাৰণে ভূ-ত্বকে কম্পন হইলেই ভূমিকম্প হয়। আমবা অনেক সময় বোঝাই লরী অথবা বেল গাড়ী চলিয়া যাইবাব সময় মৃদু ভূকম্পন অনুভব কৰি। কিন্তু নৈসৰ্গিক কাৰণে যে ভূমিকম্প হয় তাহাব প্রভাব যেমন বহুদূৰ প্রসারী হয় তেমনই তাহাব ধ্বংস শক্তিও

অসীম—মানবের ধারণার অতীত। এই যে সে দিন উত্তর বিহার ও কোষেটায় পব পব দুইটি ভীষণ ভূমিকম্প হইয়া গেল, ইহার ফলে যে মানবের ক্ষতি হইয়াছে তাহা মানুষের দ্বারা এত অল্প সময়ে কখনও সংঘটিত হইতে পাবে না। মানুষ প্রকৃতির এ তাণ্ডব-লীলা দেখিয়া আপনাব ক্ষুদ্র শক্তি যে কত অকিঞ্চিৎকর তাহা বুঝিয়াছে।



•নং চিত্র—ভূমিকম্পের ফলে ফাটল

পূর্বে মানুষের ধারণা ছিল কেবলমাত্র আগ্নেয়গিরির লাভা উদ্গীরণের ফলেই ভূমিকম্প হইয়া থাকে। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে বহুবিধ নৈসর্গিক কাবণেই ভূ-চাঞ্চল্য উপস্থিত হয় এবং ভূ-চাঞ্চল্যের ফলে ভূমিকম্প হইতে পাবে। বড় বড় ভূমিকম্পগুলির প্রধান কাবণ স্তব্ধাতি বলিয়া ভূতত্ত্ববিদগণের অভিমত।

ভূ-কম্পন লেখন যন্ত্র (Seismograph) সাহায্যে একস্থানে ভূমিকম্প হইলে পৃথিবীর বিপরীত দিকে আট হাজার মাইল পৰ্যন্ত ভূমিকম্পের তরঙ্গের গতি পথ, প্রকৃতি প্রভৃতি নির্ণয় করা যায়। আপাত দৃষ্টিতে দেখিলে মনে হয় ইতস্তত বিক্ষিপ্তভাবে ভূমিকম্প হইয়া থাকে। কিন্তু এই যন্ত্র সাহায্যে পরীক্ষা করিয়া জানা গিয়াছে পৃথিবীর উপর ভূমিকম্প হইবার একটি নির্দিষ্ট সীমা আছে—তাহা পৃথিবীর চাৰিদিক ঘেৰিয়া একটি বটবন্ধের মত

বহিষ্কারে। তাহাকে **প্রকম্পন কটিবন্ধ** (Seismic belt) বলা হয়। অতএব এই প্রকম্পন কটিবন্ধেব মন্যে যে সকল দেশ পড়ে তথায় ভূমিকম্প অধিক হয়। জাপান এবং বিহার ও কোষেটা একপ কটিবন্ধেব উপব অবস্থিত।

জলে ঢিল ছুঁড়িলে যেমন জলেব উপব একটি ক্ষুদ্র স্থান হইতে তবঙ্গ উৎপন্ন হইয়া জলতলেব চাবিদিকে ছড়াইয়া পড়ে—ভূমিকম্পও সেইরূপ একটি ক্ষুদ্র স্থান হইতে উৎপন্ন হইয়া চতুর্দিকে ছড়াইয়া পড়ে। যে স্থান হইতে উৎপন্ন হয় তাহাকে **নাভী** (Focus) বলা হয়। পৃথিবীর অভ্যন্তর এখনও তবল আছে—তবে জলেব মত তবল নাও হইতে পারে। এই তবল পদার্থেব অংশ-বিশেষ অধিকতর উষ্ণ হইয়া উঠিলে ভূচাক্ষুণ্য উপস্থিত হইতে পারে। ফলে ভূ-ত্বক ফাটিয়া ভূমিকম্পেব সৃষ্টি কবিতে পারে।

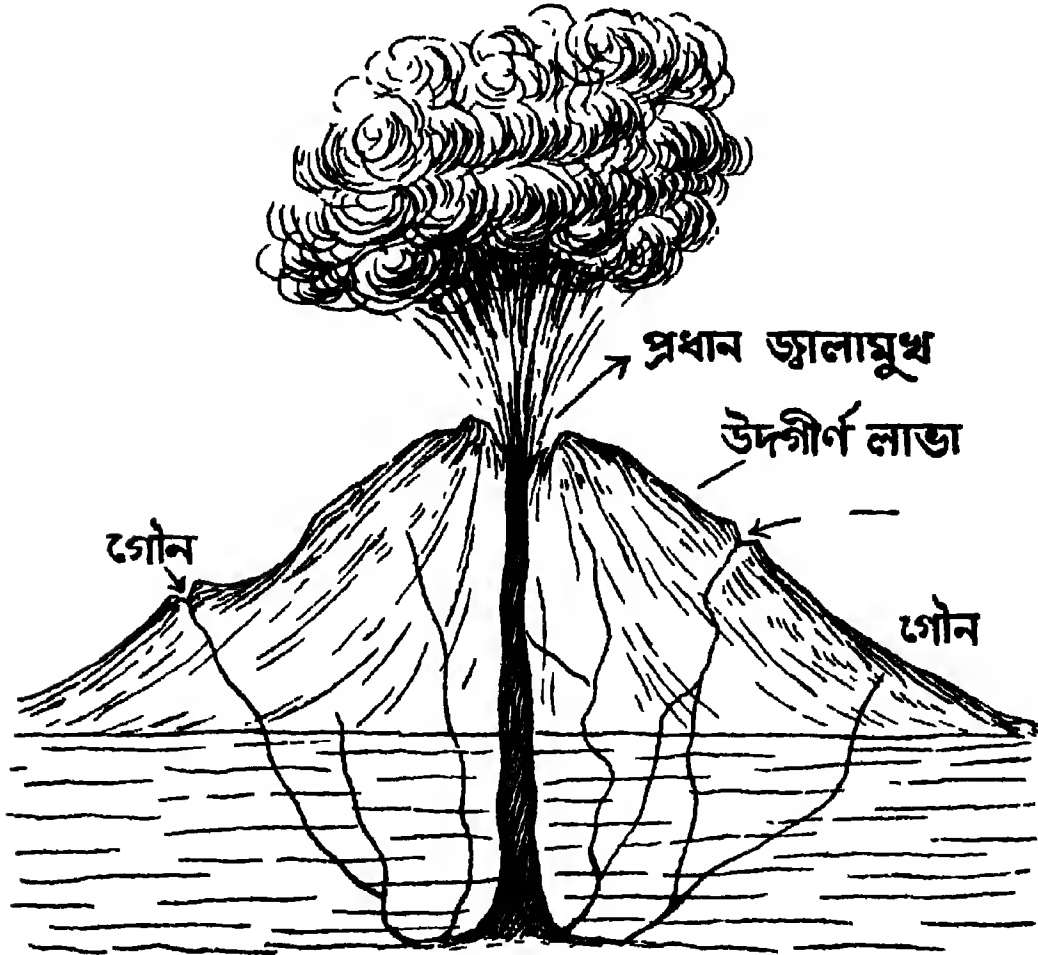
ভূমিকম্পেব ফলে অনেক স্থান উচু নিচু হয়—মাটি মাটিয়া যায় এবং সেই ফাটল হইতে শীতল ও উষ্ণ জল অথবা বাষ্প উথিত হয়। কোথাও বা গন্ধক ও গলিত ধাতু নিঃসৃত হয়। বিহারেব ভূমিকম্পেব ফলে এইরূপ বহু দীর্ঘ ফাটল উৎপন্ন হইয়াছিল, বালি নিঃসৃত হওয়ায় বহু জমি যে বালি ঢাপা পড়িয়া উবনতা হইয়াছিল তাহা চামের অন্ত্রপযুক্ত হইয়া পড়িয়া আছে—তাহাব ইয়ত্তা নাই।

পৃথিবীর কেন্দ্র ও ভূমিকম্পেব নাভীকে সরল রেখা দ্বারা যোগ কবিয়া ঐ রেখাকে বর্ধিত কবিলে ভূপৃষ্ঠে যেখানে আসিয়া পৌছায় তাহাকে **উপকেন্দ্র** (Epicentre) বলে। তাই বলিয়া নাভী বা উপকেন্দ্রকে একটি ক্ষুদ্র বিন্দু বলিয়া মনে কবিও না। অনেক সময় একটি দীর্ঘ রেখাও ভূমিকম্পেব নাভী হইতে পারে। বিহারেব ভূমিকম্পেব নাভী ছিল কাটামুণ্ড হইতে জামালপুর পর্যন্ত দীর্ঘ।

আগ্নেয়গিরি—নাম শুনিয়া কেহ মনে কবিও না আগ্নেয়গিরি হইতে অগ্নি উদ্গীর্ণ হয়। ইহাব দ্বারা ভূগর্ভস্থ দাহ্য বাষ্প, জল, জলীয় বাষ্প, গলিত ধাতু, শিলা বা লাভা, ধূম, ধূলিকণা, বালি, পাথর কণা প্রভৃতি নির্গত হয়। অনেক সময় দাহ্য

বাপ্ৰগুণি বাহিবে আসিয়া জলিয়া উঠে। সকল সময়ে যে আগ্নেয়গিৰিগুণি পাহাড় বা পবত্বেৰ আকাৰ ধাবণ কৰিবে তাহা মনে কৰিও না। সমতল ভূপৃষ্ঠেও লাভা উদ্গীৰ্ণ হয়, তবে ঐ সকল লাভা বাহিবে আসিয়া চতুৰ্দ্দিকে জমিয়া পাহাডেৰ আকাৰ ধাবণ কৰে। যে স্থান দিয়া লাভা প্রভৃতি নিৰ্গত হয় তাহাকে আগ্নেয় গিৰিৰ **জ্বালামুখ** (Crater) বলে। অনেক আগ্নেয়গিৰিৰ একাধিক মুখ দেখা যায়, একটি প্রধান ও বড়, অপৰগুণি ক্ষুদ্রতৰ।

কতকগুণি আগ্নেয়গিৰি হইতে কেবল মাত্ৰ লাভা উদ্গীৰ্ণ হয়, তাহাৰা



১১নং চিত্ৰ—আগ্নেয়গিৰি

শাস্ত্ৰ প্রকৃতিৰ আগ্নেয়গিৰি, ইহা হইতে মানুষেৰ ক্ষতি হয় না। কিন্তু কতকগুণি হইতে কেবল বাষ্প বাহিৰ হয় এবং সেগুলি বিস্ফোৰক ও মানুষেৰ

অনিষ্টকব। এই প্রকার আগ্নেয়গিবি হইতে শিলাচূর্ণ, ধূলা, বালি নির্গত হইয়া উপরে ছড়াইয়া পড়ে। শুণ্ডায় ক্রাকাটোয়া এই জাতীয় আগ্নেয়গিবি।

কোন কোন আগ্নেয়গিবি কিছুকাল **সুপ্ত** (Dormant) থাকিয়া পুনরায় **সক্রিয়** (Active) হইয়া উঠে—তাহাদিগকে **সবিবাম** আগ্নেয়গিবি বলে। শিশিলি দ্বীপের ‘এটনা’ এই জাতীয়, যে গুলি হইতে নিয়ত উদ্গীৰ্ণ হয় তাহাদিগকে **অবিবাম** বলা হয়। ইষ্টল্লা একটি অবিবাম আগ্নেয়গিবি। কতকগুলি আবার এতদিন নিষ্ক্রিয় অবস্থায় থাকে যে তাহাদিগকে **নিৰ্বাপিত** (Extinct) আগ্নেয়গিবি বলা চলে। পৃথিবীতে একপ মৃত আগ্নেয়গিবি অনেক আছে। কিন্তু একথা কেহই বলিতে পাবেন না, আগ্নেয়গিবি যত দিনেব জগুই নিৰ্বাপিত থাকুক না কেন একদিন তাহা আবার সক্রিয় হইবে না। বহুযুগ নিৰ্বাপিত থাকিয়াও কোন কোন আগ্নেয়গিবির উদ্গীৰ্ণ হওয়া আদৌ বিচিত্র নহে।

ভূ-ত্বকের ঠিক নিচে নবম বাস-ট শিলা জাতীয় উপাদান আছে। ভূ-ত্বকে এমন বড় বড় ফাটল দেখা যায় যে ভূপৃষ্ঠ হইতে তাহা পৃথিবীর অভ্যন্তরে ঐ শিলা পযন্ত পৌছিয়াছে। পার্শ্ববর্তী শিলাব চাপে হউক বা স্থান বিশেষে লাভা উত্তপ্ত হইবার জগুই হউক ইহা বা জোবে ভূগর্ভ হইতে বাহিবে ছুটিয়া আসে। ইহাই আগ্নেয়গিবির উদ্গীৰ্ণ। ১১নং চিত্রে দেখিতে পাইবে প্রধান জালামুখ হইতে লাভা উদ্গীৰ্ণ হইতেছে বটে কিন্তু আবণ্ড কয়েকটি অপ্রধান জালামুখ বহিয়াছে। জালামুখগুলি বাটব মত। যে প্রধান ফাটল হইতে লাভা নির্গত হয় তাহাব পাদদেশে একটি বিশাল গহবরে লাভা সঞ্চিত থাকে, তাহাকে **ভূ-বীৰ্য প্রকোষ্ঠ** (Magma chamber) বলা হয়। এই প্রকোষ্ঠ হইতে আবণ্ড ছোট বড় ফাটল আঁকিয়া ঝাঁকিয়া গেলে জালামুখ দিয়া বাহিব হয়, কতকগুলি আবার ইহাব গহবরেই শেষ হইয়া যায়।

এখানে ওখানে বিক্ষিপ্তভাবে এক একটি আগ্নেয়গিবি আছে বলিয়া মনে হয়। কিন্তু প্রকৃত পক্ষে পৰ্বতমালাব গ্ৰায় ইহাবাও শ্রেণীবদ্ধ ভাবে আছে। আফ্রিকাব

পূর্ব ভাগ দিয়া মানাগাস্কাব ও কিউলিয়ান প্রভৃতি দ্বীপ পর্যন্ত একটি আগ্নেয়গিবি শ্রেণী আছে। পশ্চিম দ্বীপপুঞ্জ (West Indies) হইতে আবন্ত কবিয়া ভূমধ্যসাগর, এশিয়া মাইনর প্রভৃতির মধ্য দিয়া সুমাত্রা, জাভা দ্বীপপুঞ্জ এবং প্রশান্ত মহাসাগরবেব হাউই দ্বীপপুঞ্জ পর্যন্ত আব একটি আগ্নেয় গিবি শ্রেণী অবস্থিত। একপ আব ৩ ছোট গাট আগ্নেয় গিবি শ্রেণী পৃথিবীতে অনেক আছে।

ভূমিকম্পেব তুলনায় আগ্নেয়গিবিব, মানুষেব ক্ষতি কবিবাব অধিক ক্ষমতা নাই। আগ্নেয়গিবিব প্রভাব অল্প স্থানেব মধ্যেই সীমাবদ্ধ থাকে এবং তাহাব এক নির্দিষ্ট সীমা আছে। কিন্তু ভূমিকম্পেব তাণ্ডব নর্তন কোথায় কি ভাবে কখন ধ্বংসলীলা আবন্ত কবিবে কেহই বলিতে পাবে না এবং এই ধ্বংসক্রিয়া হয়ত অনন্ত প্রসারিত হইতে পাবে।

সংক্ষেপ—পৃথিবীপৃষ্ঠেব সঙ্কোচনেব ফলে ভূত্বকে ভাঁজ, নতি ও ফাটল হইয়া থাকে—ভাঁজেব মধ্যে ফাঁপা স্থান থাকাও সম্ভব। ডাইক বা শিলেব দুই পার্শ্বেব শিলা পবম্পর দৃঢ় সংবদ্ধ না হওয়ায় স্থাযোগ পাইলে সরিয়া যাইতে পাবে, তাহাকে স্তবচ্যুতি বলা হয়। কেবলমাত্র শিল বা ডাইকেব জন্তই যে স্তবচ্যুতি হয় এমন নহে। পথাতব ঢালু দিয়া ইহার অংশবিশেষ ঞ্জলিত হওয়াব নাম ভূমিপাত, এইকপ ববফ পড়িলে ববফ নামা বলে। স্তবচ্যুতি, আগ্নেয় গিবিব উল্লীষণ প্রভৃতি বহুবিধ নৈসর্গিক কাৰণে ভূমিকম্প হয়। একটি নির্দিষ্ট স্থান (নাভী) হইতে উৎপন্ন হইয়া ইহা চতুর্দিকে ছড়াইয়া পড়ে। পৃথিবীব কেন্দ্র ও ভূমিকম্পেব নাভী যে রেগায় আছে তাহা পৃথিবীপৃষ্ঠে যেখানে আসিয়াছে তাহা ভূমিকম্পেব উপকেন্দ্র। ভূকম্পলেখন যন্ত্র সাহায্যে দেখা গিয়াছে পৃথিবীপৃষ্ঠে প্রকম্পন কটিবন্ধে যে সকল দেশ পড়ে সেখানেই ভূমিকম্প বেশী হইবাব সম্ভাবনা।

ভূগর্ভস্থ নরম ব্যাস্ফট শিলা জাতীয় উপাদানেব স্তব হইতে একটি ফাটল দিয়া বাষ্প, গলিত শিলা, ধূলা প্রভৃতির উল্লীষণকে আগ্নেয়গিবিব উল্লীষণ বলা হয়। ভূপৃষ্ঠেব যে স্থান দিয়া লাভা নির্গত হয় তাহাকে আলামুখ বলে, ইহা বাটিব মত হইয়া থাকে। প্রধান ও গৌণ আলামুখ ভূবীর্ষ প্রকোষ্ঠেব সহিত সংযুক্ত থাকে, যেগুলি দিয়া কেবলমাত্র লাভা নির্গত হয় তাহাবা শান্ত এবং যেগুলি দিয়া বাষ্প বাহির হয় তাহারা বিস্ফোরক। কতকগুলি স্থল থাকিয়া মাঝে মাঝে সক্রিয় হয়, তাহাদিগকে সবিবাক্ষ, যেগুলি হইতে নিয়ত উল্লীষণ হয় সেগুলিকে অবিবাক্ষ এবং যেগুলি হইতে উল্লীষণ হইতে দেখা যায় না তাহাদিগকে নিবর্ণিত আগ্নেয়গিবি বলা হয়।

কিন্তু নির্বাপিত আগ্নেয়গিরি হইতেও যে সমাধি উদ্গীৰণ হয় না এমন নহে। আগ্নেয়গিরিগুলিও প্রণীকৃত ভাবে আছে।

তৃতীয় প্রশ্নমালা

১। ভাঁজ, নতি, স্তব্ধাতি, ভূমিপাত, বরষপড়া প্রভৃতি কাহাকে বলে ও কেন হয় বুঝাইয়া দাও। (Explain with reason why the following occur—fold, tilt, landslide and avalanche)

২। ভূমিকম্পের কাৰণ কি? প্রধানত কি কি কাৰণে ভূমিকম্প হয়? (What are the causes of Earthquake? What are the principal causes?) (কঃ বিঃ ১৯৪০)

৩। ভূমিকম্পের নাভী ও উপকেন্দ্র কাহাকে বলে? প্রকল্পন কটীবদ্ধ ভূবীষ একোস ও জ্বালামুখ কাহাকে বলে? (What are the following —Centre and Epicentre of earthquakes, Seismic belt, magma chamber and crater?)

৪। কেন এবং কিরূপে আগ্নেয়গিরির উদ্গীৰণ হয় লিখ? (Why and how do volcanic eruption takes place?)

৫। শ্রুপ্ত, সক্রিয় ও নির্বাপিত আগ্নেয় গিরি বলিতে কি বুঝায়? (What are called the dormant, active and extinct volcanoes?)

৬। ভূমিকম্প এবং আগ্নেয় গিরি মানুষের কিরূপ ক্ষতি কবিত্তে পাবে বিস্তারিত ভাবে লিখ। (Write in detail how earth-quake brings mischief to the human beings)

চতুর্থ পরিচ্ছেদ

মাটি

পৃথিবী পৃষ্ঠে সূক্ষ্ম শিলাচূর্ণের যে অগভীর আবরণ তাহাই মাটি। প্রধানত এই মাটিতেই গাছ পান্না জন্মিয়া থাকে। কিছু মাটি লইয়া পরীক্ষা করিলে ইহাব বিভিন্ন উপাদানগুলির পরিচয় পাওয়া যাইবে।

কিছু মাটি গুঁড়া করিয়া লইলে প্রথমেই দেখা যায় ইহাব মধ্যে অপেক্ষাকৃত বড় বড় কতকগুলি শক্ত দানা আছে, তাহাদিগকে হাতে করিয়া বাছিয়া পৃথক করা যায়। ইহাবা ভীষণ শক্ত, সহজে ইহাদিগকে ভাঙা যায় না। কতকগুলি ইহাপেক্ষাও ক্ষুদ্রতর দানা আছে, চালুনি দিয়া ছাকিয়া তাহাদিগকে পৃথক করা যায়। ইহাদিগকে **কাঁকর** (Gravel) বলে। ইহাদের অপেক্ষা সূক্ষ্মতর পদার্থ গুলিকে জলে গুলিয়া স্থির হইতে দিলে দেখা যায় জলের বং ঘোলাটে থাকিলেও তলদেশে বালুকা বণা জন্মিয়া চিক্মিক করিতে থাকে। জৈব পদার্থ ও কাদা দ্রব হইয়া জলের বং ঘোলাটে করিয়া দেয়। কিস্টার কাগজে ঐ জল ছাকিয়া লইলে দি টার কাগজে কাদা ও জৈব পদার্থ পড়িয়া থাকে। এই ছাঁকা জল ফুটাইয়া বাষ্পীভূত করিলে পাত্রের তলায় চুন ও লবণজাতীয় পদার্থ পাওয়া যায়। তন্মধ্যে পটাসিয়াম ঘটিত লবণের ভাগই অত্যধিক। তাহা হইলে মাটি মোটামুটি (১) কাঁকর, (২) বালি, (৩) কাদা, (৪) জৈব পদার্থ ও (৫) চুন ও পটাসিয়ামের লবণজাতীয় পদার্থের সমন্বয়ে প্রস্তুত বলিয়া বুঝিতে পারি। উদ্ভিদ ও জীবজন্তুর দেহ বিশ্লিষ্ট হইয়া মাটিকে জৈব পদার্থগুলি সরবরাহ করিয়া থাকে, তাহা তোমরা পূর্বে কিছু বুঝিয়াছ এবং পবে বিশেষরূপে জানিতে পারিবে। উদ্ভিদের দেহ কপাস্তবিত হইয়া ভূগর্ভে বয়লাব স্থর গঠন কবে তাহা তোমরা পবে জানিতে পারিবে। এতদ্ভিন্ন মাটিতে অসংখ্য জীবাণুও থাকে। তাহারা বাসায়নিক ক্রিয়া দ্বারা মাটির উর্বরতা সম্পাদন কবে, শিলাগুলি বোদ বৃষ্টি

প্রভৃতির দ্বারা ক্ষয়প্রাপ্ত ও কপাস্তবিত হইয়া থাকে। বায়ু, জলপ্রবাহ, ভূমিপাত, হিমবাহ, আগ্নেয়গিরির উদ্গীৰ্ণ, ভূমিকম্প প্রভৃতি নানাপ্রকার নৈসর্গিক কাণ্ড দ্বারা ইহা স্থানান্তবিত হইয়া নানা স্থানে মৃত্তিকার স্তব কবিয়া অবস্থিত থাকে।

পৰীক্ষা কবিলে লক্ষ্য কৰা যায় ক্ৰমে বড় শিলাগুলি ক্ষয়প্রাপ্ত হইয়া ক্ষুদ্র হইতে ক্ষুদ্রতর হইয়া বালি, ধূলি ও মাটিকণে ভুস্তব গঠন কবিয়াছে।



১২ নং চিত্র—পাথর হইতে মাটি

পাহাড়ে দেশে কপ খনন কবিলে মাটির অল্প নিচেই পচা পাথর এবং তাহার নিচে কঠিন বৃহত্তর পাথর পাওয়া যায়। কিন্তু বাংলা দেশের দক্ষিণাংশের অধিকাংশ

মাটিই নদীর স্রোতে পলি পড়িয়া চব্ৰূমি সৃষ্টি কবিবার ত্রায় বহুকাল ধবিয়া সঞ্চিত হইয়াছে। তাই এদেশে বহুদর খনন কবিলেও পাথর পাওয়া যায় না। মাটিতে সব সময়েই কিছু না কিছু পবিমাণ জল থাকেই। মাটি হিসাবে কাহাতেও অত্যধিক জল থাকে কাহাতেও বা কম জল থাকে। ক্ৰমাগত শুকাইলে কিংবা চুল্লীতে পোড়াইলে দেখা যায় মাটি ক্ৰমশ হাল্কা হইতেছে। তাহার কাবণ আব কিছুই নহে—একপে উত্তপ্ত কবিলে ইহার জলীয় ভাগ বাষ্পীভূত হইয়া উবিয়া যায়।

ক্ৰমশ ক্ষয় হেতু কোন এক স্থানের শিলাব উপর তাহারই বিচ্ছিন্ন অংশ মাটিকণে সঞ্চিত থাকিলে মাটি ও পাথরের উপাদান একই প্রকাবের পদার্থ হয়, একপ মাটিকে **আবাসিক মাটি** (Residual soil) বলা হয়। কিন্তু নৈসর্গিক কাবণে অপব স্থানের মাটি অত্র স্থানে সঞ্চিত হইলে তন্নিম্নবর্তী শিলাব উপাদান-গুলিব সহিত উক্ত মাটির উপাদানের পার্থক্য দেখা যায়। একপ মাটিকে **চালিত মৃতি** (Transported soil) বলা হয়।

নৌকাযোগে ভ্রমণে বাহিব হইলে দেখা যায় যেস্থানে নদীৰ পাড সত্তা ভাঙ্গিয়া গিয়াছে, সেখানে কত বিভিন্ন বকমেব মাটিৰ স্তৰ যেন একটিৰ উপৰ একটি সাজান বহিয়াছে। কোনটিৰ বং শাদা, কোনটি কাল, কোনটি লাল, কোনটি বা হলুদে কিংবা আবও বত বকমেব, এ সকল বিভিন্ন স্তৰ হইতে মাটি সংগ্রহ কৰিলে দেখিতে পাওযা যায় ইহাৰা উপৰিতলেৰ অৰ্থাৎ নদীৰ চৰেব মাটি হইতে ভিন্ন প্রকাৰেব। ইহাদেব মধ্যে কোনটি অধিক বালুকাময়, কোনটি অল্প বালুকাময় এবং এমন স্তৰও দেখা যায় যাহা কেবল বালুকা ছাড়া আব কিছু নয়। আমাদেব বাডী তৈয়াৰ কৰিবাব জন্তু যে বালিৰ দৰকাৰ হয় তাহা একপ মূৰ্ত্তিকাৰ স্তৰ ছাড়া আব কিছু নয়।

বেলেমাটি (Sandy soil)—যে মাটিতে অধিক বালি থাকে তাহাকে বেলে মাটি বলে। ইহাতে সাধাৰণত পাঁচ হইতে ১০ ভাগ মাত্র কাদা বাকি সমস্ত বালি। বেলে মাটিতে জল ঢালিলে অল্পক্ষণেব মধ্যে সে জল শুষিয়া লয় এবং ইহাতে জল দিলে মাটি তত আটাৰ মত চিট্‌চিটে হয় না। তবু ইহাৰ উপৰ পলি পড়িলে সবিয়া, তিল, তবমুজ, কুটি, পটল, খবমুজা প্রভৃতি বৰি ফসল বেশ জন্মাইয়া থাকে।

এঁটেল বা কাদা মাটি (Clay soil)—ইহাৰ শতকৰা ৫০ হইতে ৮০ ভাগ কাদা, ১ হইতে ১০ ভাগ চুন ও জৈব পদার্থ, বাকি অংশ বালি। ভিজ্জা অবস্থায় ইহা চট্‌চটে আটাৰ মত—শুকাইলে শক্ত হইয়া ফাটিয়া যায়। এঁটেল মাটি দিয়া জল এবং বায়ু সহজে চলাচল কৰিতে পাবে না বলিবা ইহা গাছেব পক্ষে বিশেষ উপযোগী নয়। কিন্তু যে সকল গাছেব জল বেশী দৰকাৰ সেই সকল গাছেব পক্ষে এই মাটি ভাল। জলমগ্ন থাকিলে ইহাতে প্রচুৰ ধান ও যব জন্ম। ইহাতে চুন ছিটাইয়া ইহাকে অগ্ৰ চাষেব উপযোগী কৰিয়া লওয়া হয়।

দো-আঁশ মাটি (Loamy soil)—উপযুক্ত দুই প্রকাৰ মাটিৰ মাঝামাঝি, দো-আঁশ মাটিতে শতকৰা ৩০ হইতে ৫০ ভাগ কাদা ১০ ভাগ চুন জাতীয় ও জৈব পদার্থ এবং অবশিষ্টাংশ বালিকণা।

ধান এবং যব ছাড়া প্রায় সকল গাছের পক্ষে দো-আঁশ মাটিই সর্বোৎকৃষ্ট, কাবণ ইহাতে জল ঢালিলে ছিদ্র পথ দিয়া ছড়াইয়া পড়ে, শিকড় দিয়া গাছ তাহাই গুমিয়া লয়। ইহাব কণাব ফাঁকে ফাঁকে বায়ু থাকে তাহাও উদ্ভিদ সহজে গ্রহণ কবিতে পায়।

চুনে মাটি (Calcareous soil)—ইহাতে প্রচুর পবিমাণে ক্যালসিয়াম কার্বনেট বিজ্ঞমান থাকায় ইহা খুব উর্বর। চুন সকল বকম মাটিতেই অল্প বিস্তর থাকে। এই মাটির চুনের সাহায্যে পাচিত উদ্ভিদ দেহ পবিবর্তিত হইয়া সোবা ও সোবাব ত্রায় সাব উৎপন্ন কবে। ইহাতেও প্রায় সকল বকম ফসল হইতে পাবে। সিম, মটর ও মটর জাতীয় গাছের পক্ষে ইহা সবিশেষ উপযোগী।

পিট মাটি (Peat soil)—ইহাতে প্রচুর পবিমাণে জৈব পদার্থ থাকে। ইহাতে চা ভিন্ন অণু কিছু চাম ভাল হয় না।

বাংলা দেশে প্রথমোক্ত তিন প্রকার মাটিই অধিক।

গলিত উদ্ভিদ দেহ মাটির বিশেষ প্রয়োজনীয় অংশ—ইহা। যে মাটিতে নাই তাহা সম্পূর্ণ অন্তর্ভব। ইহা সহজে জল শোষণ কবিয়া দেহমণ্ডো সঞ্চিত কবিয়া রাখিতে পাবে। তাই যে সব মাটিতে গলিত উদ্ভিদ থাকে তাহাব উপর অধিক দিন রুষ্টি না হইলেও গাছ পাল। সতেজ থাকিতে পাবে।

মাটির সহিত উদ্ভিদের সম্পর্ক—উদ্ভিদ থাকেব বতকাংশ মাটি হইতে এবং বতকাংশ বায়ু মণ্ডল হইতে সংগ্রহ কবে। মাটি হইতে মূল দ্বারা উদ্ভিদগণ বস ও লবণ জাতীয় পদার্থগ্রহণ কবিয়া কলেবর পুষ্ট কবে। অতএব মাটির উপাদান ভেদে সেখানকার গাছ পাল। প্রকৃতিও ভিন্ন হইতে পাবে। মাটির ভিতর উপযুক্ত পবিমাণ খাদ্য পাঠিলে গাছ যেমন সতেজ হয়, থাকেব অভাব হইলে তাহাবা তেমনই ক্রমে নিশ্বেজ হইয়া মবিয়া যায়। তাই অল্প পবিমাণ মাটিতে বড় গাছ বাঁচিতে পাবে না বা ছোট গাছও অধিক দিন বাঁচে না। অতএব গাছের পক্ষে উপযুক্ত প্রকার মাটি উপযুক্ত পবিমাণে থাকা চাই। মাটি উদ্ভিদের খাদ্যভাণ্ডারের বৃহত্তর অংশ।

মানুষ হইতে আবস্ত কবিয়া কীট পতঙ্গাদি অতি ক্ষুদ্র ইতব প্রাণিগণও প্রত্যক্ষ বা পৰোক্ষভাবে বৃক্ষলতাব উপর নির্ভব কবিয়া জীবন ধাবণ কবে। বৃক্ষলতা জীবগণেব আহাব, বাসস্থান, বোগে ঔষধ ও পথ্য দিয়া আসিতেছে। এই বৃক্ষলতা মাটিতেই জন্মায়। বিভিন্ন মাটিতে বিভিন্ন প্রকাব গাছ জন্মায়। যে বকম মাটিতে গম ভাল হয়, সে বকম মাটিতে আলু, পটল ভাল না হইতে পাবে। এইজন্ত দেখা যায় এক এক দেশে এক এক প্রকাব ফসল অধিক পৰিমাণে জন্মে। আবার অনেক ফসল আদৌ জন্মে না। সাধাবণত লোণা জায়গায় নাবিকেল গাছ জন্মায়, এজন্ত সমুদ্র তাঁবব তাঁ কিংবা লোণা জায়গায় প্রচুর পৰিমাণে নাবিকেল জন্মে, কিন্তু পাহাড়িয়া দেশে নাবিকেল আদৌ জন্মে না। সেখানে নাবিকেল গাছ লাগাইলে বাঁচিবে না, বাঁচিলে ভাল ফল দিবে না। তেমনই পাহাড়িয়া দেশে যত সহজে একটি শাল গাছ জন্মিয়া সতেজ হইয়া উঠে, আমাদেব দেশে তত সহজে জন্মায় না।

মাটিব পার্থক্য চাষেব প্রণালীও বিভিন্ন হইয়া থাকে। লাঙ্গল দিয়া মাটিকে চমিয়া ওলট পালট কবিয়া লওয়া হয়, কোদাল দিয়া গভীৰতব কবিয়া এই কাম সম্পাদন কৰা হয়। মই দিয়া মাটি গুঁড়া ও সমতল কৰা হয়। কোন কোন মাটিতে আগুন বাখিলে আগ্না হইয়া উদ্ভিদ বিশেষেব উপযোগী হয়, এইজন্ত হোমবা অনেকে ফাল্গুন মাসে বাঁশ বনে আগুন লাগাইতে দেখিয়াছ। মাটিতে বোলাব (Roller) দিয়া কখন কখনও ঘন বৰিতে হয়। কিন্তু সকল ব্যবস্থাপ্তি সময় মত অবস্থা বুঝিয়া উদ্ভিদ বিশেষেব জন্ত কৰিতে হয়। নতুবা ইহা হইতে উপকাৰ না হইয়া অপকাৰও হইতে পাবে। ভিজা এটেল মাটিতে লাঙ্গল কৰিলে মাটি আগ্না না হইয়া বসিয়াই যাইবে।

মাটিব প্রধান গুণ ইহা আগুনে পুড়ে না এবং ইহাব প্রধান উপাদান ঐ অদাহ্য স্ফলকণা, জল ও বায়ু। প্রত্যেক স্ফলকণাব চাৰিদিকে একটি কবিয়া জল ও বায়ুৰ আবরণ থাকে। শিকড় দিয়া গাছ, মাটি হইতে এই জল ও বায়ু গ্রহণ কবে। মাটি শক্ত হইয়া গেলে তাহাব মধ্য বায়ু চলাচলেব স্ৰবিধা নষ্ট

হইয়া যায় বলিয়া জমি কৰ্ষণ কৰিতে হয়, গাছেৰ গোডাব মাটি কোপাইয়া আলুগা কৰিয়া দিতে হয়। মাটিতে অল্প পৰিমাণে সহজদাহ জৈব পদাৰ্থ বৰ্ত্তমান থাকে। মাটিৰ অদাহ সূক্ষ্মকণাগুলি আৰাব প্ৰধানত কাদা, বালি ও চুন জাতীয় পদাৰ্থ প্ৰভৃতিতে বিভক্ত। ইহাদেৰ আনুপাতিক পৰিমাণেৰ উপৰ মাটিৰ পাৰ্থক্য নিৰ্ভৰ কৰে। মাটিতে জৈব পদাৰ্থ মিশ্ৰিত হইলে মাটিৰ উৎপাদনী শক্তি বাঢ়িয়া যায়। এইজন্য শিং গুঁড়ো, খইল, গোবৰ প্ৰভৃতি পদাৰ্থ সাৰ হিসাবে জমিতে ছড়াইয়া দেওবা হয়। তাহা ছাড়া মৃত জীৱজন্তুৰ দেহ, উদ্ভিদেৰ দেহ গলিত হইয়া প্ৰতিনিয়তই মাটিতে মিশ্ৰিত হইতেছে।

সংক্ষেপঃ—ভূ-পৃষ্ঠে সূক্ষ্ম শিলাচূৰ্ণেৰ আবৰণ মাটি। ইহাৰ উপাদান কাকৰ, বালি, কাদা, জৈব পদাৰ্থ, চুন ও পটাসিয়ামযুক্ত লবণ জাতীয় পদাৰ্থ। বড় বড় শিলা ক্ৰমে ক্ষয় প্ৰাপ্ত হইয়া সূক্ষ্মাতিসূক্ষ্ম স্তৰে সজ্জিত হইয়া মাটিৰ স্তৰে পৰিণত হইয়াছে। স্থানীয় পাথৰ ক্ষয়প্ৰাপ্ত হইয়া যে মৃত্তিকা সঞ্চিত হয় তাহা আবাসিক মাটি এবং চালিত হইয়া আসিলে তাহাকে চালিত মাটি বলা হয়। উপাদান হিসাবে মাটি বিভিন্ন নামে কথিত হয়; যথা বেলেমাটি, এণ্টেল মাটি দোআশ মাটি, চুন মাটি ও পিট মাটি। এক এক প্ৰকাৰ মাটি এক এক প্ৰকাৰ উদ্ভিদেৰ পক্ষে উপকাৰী। যে মাটিতে ধান, যব ইত্যাদি হয় সে মাটিতে আলু, পটল, কুমড়া ইত্যাদি ভাল না হইতে পাবে। মাটিতে উপযুক্ত পৰিমাণ বিভিন্ন সাৰ দিয়া মাটিৰ গুণ পৰিবৰ্তিত কৰিয়া উদ্ভিদ বিশেষেৰ উপযোগী কৰিয়া লইতে পাবা যায়। মাটি উদ্ভিদেৰ পাছ ভাঙাৰেৰ বৃহত্তৰ অংশ। চাষেৰ জন্তু মাটিৰ বিভিন্ন প্ৰকাৰ পাট কৰিয়া লইতে হয়, তবেই ইহা উপযুক্ত পৰিমাণ দসল দেয়।

১। মাটি কিৰূপে উৎপন্ন হইয়াছে লিখ—ইহাৰ প্ৰধান উপাদান কয়টিৰ নাম কৰ এবং কিৰূপে তাহাদেৰ অস্তিত্ব প্ৰমাণ কৰা যায় লিখ। (Write how the soil has been formed What are its chief constituents and how their presence can be proved ?)

• ২। কয় প্রকারের মাটি আমাদের দেশে সাধারণত দেখিতে পাওয়া যায় এবং তাহাদের সুবিধা ও অসুবিধা কি বল। (How many kinds of soil are found in our country and what are their advantages and disadvantages ?)

৩। আবাসিক ও চালিত মাটি কাকে বলে? বেলে মাটি ও কাদামাটির পার্থক্য কি লিখ। (What are the differences between residual soil and transported soil ? Write the differences of sandy and clay soil)

৪। কোন্ মাটি বৃক্ষ লতার পক্ষে ভাল এবং কেন ? (Which kind of soil is suitable for plants and why ?)

পঞ্চম পরিচ্ছেদ

কয়লা ও খনিজ তৈল

মানব সভ্যতাব মূলে যে সকল দ্রব্য অতীব প্রয়োজনীয় তন্মধ্যে কয়লা প্রধানতম বলিলেও অত্যুক্তি হয় না। প্রত্যক্ষভাবে কয়লা পুড়িয়া এঞ্জিন চালায়, কোল গ্যাস উৎপন্ন করিয়া সহবেব পথে আলো জালায়, বিজ্ঞান পরীক্ষাগারে বাৰ্ণাৰ (Burner) এবং গৃহে উনান জালাইয়া থাকে। পৰোক্ষ ভাবে ইহা ইহাতে পিচ, আলকাতরা এমন কি বং, ঔষধ, স্নগন্ধি দ্রব্যও কয়লা হইতে প্রস্তুত হয়। কয়লা পুড়াইয়া পাথৰ হইতে বাতু নিষ্কাশিত করা হয়।

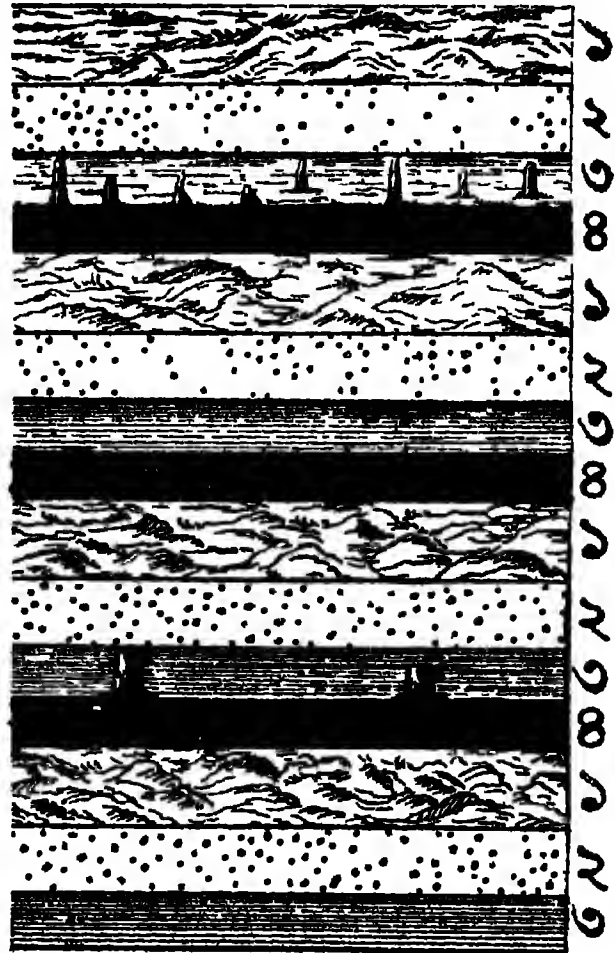
ঘৰে কাঠ পুড়াইয়া কাঠ কয়লা পাওয়া যায়, কিন্তু পাথুৰে কয়লাৰ সহিত কাঠ কয়লাৰ কতকগুলি সামঞ্জস্য থাকিলেও পাথক্যও কিছু দেখা যায়। আবার পাথুৰে কয়লাও কয়েক প্রকাৰেব আছে। তন্মধ্যে বেলেৰ, ষ্টামাবেব বা অগ্নাত কল কাৰখানাৰ এঞ্জিনে যে কয়লা পোড়ান হয় তাহাকে **ষ্টীম কয়লা** (Steam coal), উনানে পোড়াইবার জন্য যে কয়লা ব্যবহার করা হয় তাহাকে **কোক** কয়লা (Coke) বলে, **অ্যান্থ্রাসাইট** (Anthracite) নামক কয়লা সৰ্বোৎকৃষ্ট। জলিবার সময় ইহা ইহাতে ধোঁয়া হয় না বলিলেই চলে।

সকল প্রকাৰ কয়লাৰ প্রধানতম উপাদান অধ্বাৰ এতদ্বিন্ন হাইড্রোজেন অক্সিজেনও ইহাতে বর্তমান থাকে—কখনও মৌলিক ভাবে আবার কখনও একটি অপৰেব সহিত যৌগিক পদার্থ করিয়া। এই তিনটি মূল পদার্থেব পরিমাণেব পার্থক্য অনুসারে কয়লাৰ শ্রেণী বিভাগ হইয়াছে।

কাঠ কয়লা পাথুৰে কয়লা অপেক্ষা কত লঘু, দুইটি পাশাপাশি রাখিয়া দেখিলে পাথুৰে কয়লাকে পাথবেব তায় মনে হয়। ইহাতে বিভিন্ন রূপ সজ্জিত থাকায় ইহাকে পলল শিলাৰ অন্তর্ভুক্ত করা হয়। তোমরা শুনিয়া আশ্চর্য হইবে, কাঠ কয়লা যেমন কাঠ হইতে উৎপন্ন হইয়াছে, পাথুৰে কয়লাও তেমনই কাঠ

হইতে উৎপন্ন হইয়াছে। তবে কাঠ কয়লা অল্প সময়ে পুড়িয়াছে এবং ইহাব অধিকতর উপাদানগুলি অল্প পদার্থের সহিত মিশিয়া গিয়াছে, কিন্তু পাথুরে কয়লা বহুকাল ধরিয়া দক্ষ হইয়াছে এবং এখনও ইহাব উপাদানের অনেকাংশ অল্প পদার্থের সহিত সংযুক্ত হইতে বাকি আছে। বলিয়া ইহা এখনও কাঠ কয়লা অপেক্ষা ভারী।

তোমাদের মতো বাহাবা কয়লাব খনি দেখিয়াছ তাহাবা নিশ্চয় লক্ষ্য করিয়াছ ভূগর্ভের প্রথম হইতে আবস্ত করিয়া শেষ পর্যন্ত অবিস্তৃত কয়লাব স্তর নাই। এক একটি কয়লাব স্তর হাজার হাজার ফুট পুরু হইলেও কয়লা স্তরের মাঝে মাটি, বালুকা, প্রস্তর ও শিলা মাটিও স্তরে স্তরে সাজান আছে। চিত্র দুইটি কয়লাব স্তরের উপরে ও নিচে অন্যান্য যে স্তর আছে সেই স্তরগুলি ১, ২, ৩ ইত্যাদি সংখ্যা দ্বারা দেখান হইল। পর্যায় ক্রমে ইহাবা কেমন সজ্জিত থাকে তাহাও দেখ।



১৩নং চিত্র—মাটি, বালুকাস্তর, শিলা ও কয়লা

এক একটি খনি ছয় সাত হাজার ফুট গভীরও হইয়া থাকে। কয়লা উত্তোলনকালে ইহাব উপর উদ্ভিদের জীবাত্ম এবং কয়লাব কিয়দংশ অবিকৃত কাঠ-

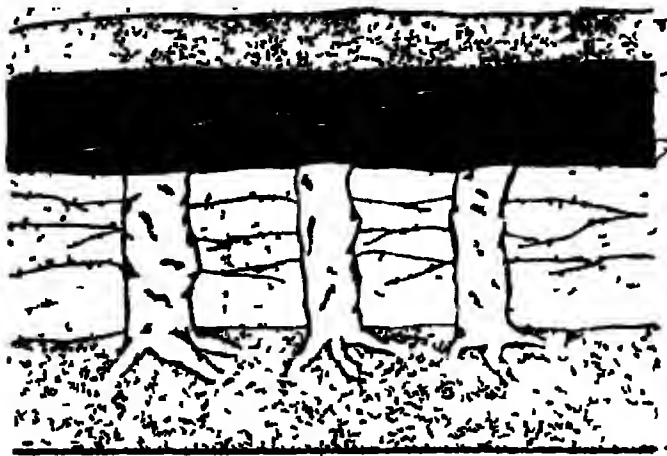
খণ্ড প্রভৃতি লক্ষ্য করিয়া বৈজ্ঞানিকগণ কয়লাব জন্ম সম্বন্ধে একটি ধারণা করিয়া লইয়াছেন। তাঁহাবা বলেন পৃথিবীতে মানব সৃষ্টি হইবার পূর্বে ইহাতে কেবল

মাত্র উদ্ভিদ জন্মাইত। সূর্যোত্তাপে তাহাবা বর্ধিত হইত কিন্তু কোন কাঞ্চে ব্যয়িত হইত না। ক্রমে পৃথিবীর বহু স্থান জুড়িয়া এই উদ্ভিদ জন্মাইতে থাকে।



১৪নং চিত্র—পত্রাক্রিত জীবাশ্ম

অবশেষে হাজার হাজার কি লক্ষ লক্ষ বৎসর পবে পৃথিবীতে মনুষ্য সৃষ্টিব বহু পবে, তাহাবা এই অশেষ কল্যাণকর অফুৰন্ত শক্তির উৎস কয়লাব সন্ধান কবিয়া



১৫নং চিত্র—গাছের গুঁড়ির জীবাশ্ম

তখন পৃথিবীর সর্বত্র জলাভূমি ছিল এবং বায়ুতে জলীয় বাষ্প এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড অধিক পরিমাণে ছিল—ইহাতে সহজে গাছ পালা বর্ধিত হইত। উদ্ভিদ গুলি প্রধানত ফাৰ্ণ জাতীয় ছিল। মানুষ সে যুগেব নাম দিয়াছে

কালক্রমে ভূ-চাক্ষুৰ্য্য হেতু উদ্ভিদগুলি স্তবে স্তবে অগ্ন্যান্ত পলল শিলার ন্যায় সঞ্চিত হয়। পুনরায় তখন ইহাব উপর জল মাটি ইত্যাদির স্তব পড়িয়া যায়। আবার সেই স্তবে উদ্ভিদ জন্মায়। এইরূপে ইহাবা ভূগর্ভে সঞ্চিত হইয়া চাপে প্রস্তুতীভূত হইয়া যায়। ভূ-গর্ভেব তাপে উহাবা ক্রমে দগ্ধ হইয়া কাল হইতে আবস্ত কবে। ভূগর্ভে অক্সিজেনেব আধিক্য না থাকায় এই দহন কার্য অতি মৃদু ভাবে চলিতে থাকে।

কত অমানুষিক কাষই না ইহাব দ্বাৰা কবিয়া লইতেছেন। বৈজ্ঞানিক-গণ বলেন, যে যুগে মানুষেব এই প্রয়োজনীয় পদার্থ ভূগর্ভে সঞ্চিত হইতে আবস্ত হয়, তখন পৃথিবীতে কেবল মাত্র উদ্ভিদেব বাজত্ব ছিল।

অঙ্গার যুগ (Carboniferous age) , কিন্তু সে যে কতকাল পূর্বে তাহা ধারণাব
অতীত । বাণীগঞ্জ ও আসানসোল বাংলা দেশের কয়লাব কেন্দ্র । বিহাবে
ঝবিয়া অঞ্চল কয়লার খনিব জন্ম বিখ্যাত । পাঞ্জাব, আসাম এবং মধ্য-প্রদেশেও
কয়লাব খনি আছে ।

খনিজ-তৈল

অনেক স্থলে খনিজ তৈলের দ্বারা কয়লাব কাজ চালান হয় । ছোট ছোট
সীমাব, মোটর গাড়ী, এবোম্পন প্রভৃতিব ইঞ্জিনে কয়লাব পবিবর্তে খনিজ-তৈল
ব্যবহার কবা হয় ।

তৈল সাধারণত তিন প্রকাবের (১) জৈব, যথা :—কড মাছেব তৈল (২)
উদ্ভিজ্জ, যথা :—সবিষা, নাবিকেল, বেডি প্রভৃতিব তৈল এবং (৩) খনিজ, যথা :—
পেট্রোল, কেবোসিন, ইঞ্জিনেব তৈল ইত্যাদি । অন্তসন্ধান কবিলে বুঝিতে
পাবিবে খনিজ তৈলও প্রধানত উদ্ভিজ্জ এবং জৈব তৈল , তবে ইহাদিগকে মাটিব
ভিতব হইতে পাওয়া যায় বলিয়া খনিজ তৈল বলা হয় । মাটিব ভিতবে কিকপে
তৈল সঞ্চিত হয় দেখা যাউক ।

বিশ্লেষণ কবিয়া দেখা গিয়াছে খনিজ তৈলেব সহিত যে দাহ্য বাষ্প নির্গত
হয় তাহা খনিজ তৈলেব ন্যায়ই অঙ্গার এবং হাইড্রোজেন ঘটিত যৌগিক পদার্থ ।
পূর্বে তামবা জানিয়াছ আগ্নেয়গিবিব উল্লীৰ্ণেব সময় ঐকপ সহজ দাহ্য বাষ্প
ভূগর্ভ হইতে নির্গত হইয়াই আপনা আপনি জলিয়া উঠে । যেখানে এইকপ
সহজ দাহ্য বাষ্প নির্গত হয়, কল্পনা কবা যাইতে পারে—তাহাব নিকটে কোথাও
হয়ত খনিজ তৈল সঞ্চিত আছে ।

খনিজ তৈলেব উপাদান এবং কয়লাব উপাদান গুলি প্রায় এককপ হওয়ায়
অনেকে মনে কবেন—কয়লা যেমন উদ্ভিদ দেহেব আংশিক দহনেব পবিণাম, খনিজ
তৈলও সেইকপ ভিন্ন প্রক্রিয়ায় আংশিক দহন উদ্ভিদ দেহেব পবিণাম । ভূগর্ভস্থ
তাপ এবং চাপেব পরিমাণেব বিভিন্নতাই ইহাব কারণ , অবস্থা বিশেষে কোথাও
কয়লা কোথাও বা খনিজ তৈলরূপে সঞ্চিত হইয়া আছে ।

সমুদ্রতীর প্রাণিত হইবার পবে যখন জল নামিয়া যায় তখন স্থানে স্থানে গর্তের মধ্যে মাছ ও অন্যান্য সামুদ্রিক জীব আটকাইয়া পড়ে। এই সামুদ্রিকজীব-পূর্ণ গর্তগুলি যখন ভূ-চাকলা হেতু বসিয়া যায় তখন উহা উপরে শিলাস্তর জন্মিতে থাকে। প্রাণিগুলির দেহে তৈলাক্ত পদার্থ বর্তমান এবং তাহা হইতে একপ্রকার জীবাণু (Bacteria) জন্মে। ভূগর্ভস্থ তাপ এবং চাপের দ্বারা এই ব্যাকটিবিয়ার বাসায়নিক ক্রিয়াব ফলে উক্ত জীবদেহ হইতে তৈলাক্ত পদার্থ গুলি খনিজ তৈলে পবিণত হয়। এইজন্য ইহাকে সমুদ্রোপকূলে উৎপন্ন পলল শিলাব অন্তর্নিহিত হইয়া থাকিতে দেখা যায়।



১৬নং চিত্র—তৈলের খনি

খনি হইতে তৈল দুই প্রকারে উত্তোলন করা যায়। ভূগর্ভেব যে স্তরে এই খনিজ তৈল সঞ্চিত হয় সেই স্তর বালুকাপ্রস্তরময় এবং উহা উপরে ও নিচে অপ্রবেশ (Impervious) শিলা থাকিলেই সেখান হইতে তৈল উত্তোলন করা সম্ভব হয়।

যখন তৈল শিলারাশি হইতে পৃথক হইয়া পুকুরেব দ্বারায় একস্থানে

সঞ্চিত থাকে তখন ভূপৃষ্ঠ হইতে সেই স্থান পর্যন্ত একটি ছিদ্র করিয়া দিলে চাপে তৈল আপনা আপনি খনি হইতে একেবারে ভূ-পৃষ্ঠে প্রস্রবণের ন্যায় বাহির হইয়া আসে। ক্রমে চাপ কমিয়া গেলে পাম্প করিয়া তৈল টানিয়া লইতে হয়। এরূপ ক্ষেত্রে যেখানে তৈল সঞ্চিত থাকে সেখানে তিনটি স্তর প্রায়ই দেখা যায়। তিনটি স্তরে যথাক্রমে জল, তৈল এবং দাহ্য বাষ্প পব পব সঞ্চিত থাকে। সর্বনিম্নে জল, তাহাব পর তৈল এবং সর্বোপরি দাহ্য বাষ্প থাকে। ভূগর্ভ হইতে বিভিন্ন স্তর পর্যন্ত নল প্রোথিত করিয়া পাম্প দ্বারা তিনটি পদার্থই বাহির করা যায়।

অনেক সময় তৈল এইরূপে সঞ্চিত হইয়া থাকে না। পৃথিবীর অভ্যন্তরস্থ প্লেট দ্বিতীয় শিলার মধ্যে নিসিক্ত থাকে। তখন ঐ শিলা ভাঙ্গিয়া কোন একটি দৃঢ় পাত্রে প্রথম উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ঐ তৈল নির্গত হয়। খনি হইতে যে বাষ্প বাহির করিয়া লওয়া হয় তাহা, জ্বালাইবার জন্য ব্যবহৃত হয়। খনিজ তৈল পাতিত করিয়া উহাকে বিভিন্ন অংশে বিভক্ত করা হয় এবং তাহার বিভিন্ন কার্যে লাগিয়া থাকে। অল্প উত্তাপেই যে তৈল পাতিত হইয়া আসে তাহা পেট্রোল। ইহাব স্ফুটনাক্ষ ৭০° হইতে ১২০° ডিগ্রীর মধ্যে। পেট্রোল প্রধানত মোটর ইঞ্জিন চালাইবার জন্য, গবম কাপড় কাচিবার জন্য (Dry Washing) এবং ববাব প্রস্তুত করিবার জন্য ব্যবহৃত হয়। পেট্রোলের পবেই কেবোসিন—ইহাব স্ফুটনাক্ষ ১৫০° হইতে ৩০০° ডিগ্রী। কেবোসিনের আলো পাড়া গাঁয়ে প্রত্যেক গৃহেই ব্যবহৃত হয়। ইহাতে কলকাবখানার এঞ্জিনও চালিত হয়, পুকুরে ছড়াইয়া ইহাব দ্বারা মশার ডিম নষ্ট করা হয়। ৬০০ ডিগ্রীর বেশী স্ফুটনাক্ষ বিশিষ্ট অংশের নাম এঞ্জিন তৈল (Engine oil)।

এঞ্জিন তৈল হইতে আবাব ভ্যাসেলিন (Vaseline) পাওয়া যায়। খনিজ তৈল হইতে মোম পাওয়া যায়। মোমের বাতি জ্বালাইয়া আমবা আলো পাই।

ব্রহ্মদেশ, আসাম এবং পাঞ্জাব তৈল খনির জন্য বিখ্যাত, আমেরিকার যুক্ত প্রদেশে অত্যধিক পরিমাণে খনিজ তৈল পাওয়া যায়।

সংক্ষেপ :- কয়লা মানুষের নানাবিধ কাজে সহায়তা করে। বলিতে গেলে ইহা সর্বপ্রকার শক্তির উৎস। পৃথিবীর জন্মেব বহুযুগ পরে ইহার বহু স্থানে অনেক উদ্ভিদ জন্মাইয়াছিল। কালক্রমে ভূ-চাক্ষুৰ্য্য বশত ঐ সকল উদ্ভিদ মাটি চাপা পড়িয়া পৃথিবীর তাপে ও চাপে আংশিক ভাবে দক্ষ ইইয়া কয়লাব রূপ ধারণ কবিয়াছে। কয়লার মধ্যে অবিকৃত কাঠ এবং উদ্ভিদের জীবাণু উপযুক্ত ধারণার সহায়ক। কয়লাব উপাদান ও প্রকৃতিগত পাথক্য হিসাবে ইহা বিভিন্ন শ্রেণীতে বিভক্ত। পাথুরে কয়লা পলল শিলা জাতীয়, ভূগর্ভে স্তবে স্তবে সঞ্চিত থাকে। এক একটি স্তব হাজার হাজার ফুট পুরু। ইহাদের মধ্যে বালুকা, প্রস্তর, মাটি ও শিলামাটির স্তবও পর্যায়ক্রমে সঞ্চিত থাকে। কয়লা, পোড়াইয়া কোলগ্যাস, পিচ, আলকাতরা, রং এবং নানাপ্রকার ঔষধ ও সুগন্ধি দ্রব্য পাওয়া যায়। আসানসোল, বাণীগঞ্জ কবিয়া, পাঞ্জাব প্রভৃতি স্থানে কয়লার খনি আছে।

কয়লাব গ্যাস খনিজ তৈলও বহুবিধ জ্বালানি কাজে ও এঞ্জিন চালাইবার কাজে লাগে। উদ্ভিদ এবং জৈব পদার্থ ইহাতে ইহা উৎপন্ন হইয়াছে। ভূ-চাক্ষুৰ্য্য হেতু সামুদ্রিক প্রাণী এবং উদ্ভিদ মাটি চাপা পড়িয়া কালক্রমে ভূগর্ভে চাপ ও তাপ তেলময় পদার্থে পরিণত হয়। ঐ তেল বালুকাপ্রস্তরের সহিত নিসিক্ত থাকে। ইহাব উপরে ও নিচে অপ্রবেশ্য শিলাস্তর থাকে। চূষাইয়া তেল যখন একটি স্তবে সঞ্চিত হয় নল দিয়া তখন উহাকে বাহির কবিয়া লওয়া হয়। কখনও কখনও তেলময় শিলাগুলিকে অত্যধিক উত্তপ্ত কবিয়াও তেল বাহির করা হয়। স্কুটনার প্রভেদে ঐ তৈল পেট্রোল, কোবাসিন এবং এঞ্জিন তৈল নামে অভিহিত হইয়া থাকে এবং বিভিন্ন কাজে লাগে। এঞ্জিন তৈল হইতে ডায়েলিন এবং খনিজ তৈল হইতে ম্যাম পাওয়া যায়। ব্রহ্মদেশ, আসাম এবং পাঞ্জাব তৈলের খনি আছে।

পঞ্চম প্রশ্নমালা

১। কয়লা কিরূপে ভূ-গর্ভে সঞ্চিত হইয়াছে এবং উহা কি কি কাজে লাগে বিস্তৃত ভাবে লিখ। অথবা প্রমাণ কর কয়লা উদ্ভিদ হইতে উৎপন্ন পলল শিলা জাতীয় পদার্থ। (Write how the coal was formed and state its uses. Or Prove, coal is a kind of sedimentary rock.)

২। জন্ম হইতে আবিস্কৃত কবিয়া মানুষের কাজে লাগা পর্যন্ত কয়লাব জীবনোত্থাস লিখ।

(Write down the history of formation of coal upto its uses.)

৩। খনিজ তৈলের উৎপত্তি কিরূপে হইল? কিরূপে ইহাদিগকে খনি হইতে তোলা হয় এবং ইহারা কি কাজে লাগে বিস্তৃত ভাবে লিখ। (Write in detail how mineral oils are formed, how they are drawn out and their uses.)

উদ্ভিদ-বিজ্ঞান

প্রথম পরিচ্ছেদ

উদ্ভিদের শ্রেণীবিন্যাস

দেহের আকৃতি ও প্রকৃতিগত পার্থক্য অনুসারে জীবগণ কত বিভিন্ন শ্রেণীতে বিভক্ত। মানুষের দেহের আকৃতি ও প্রকৃতি, সিংহ ব্যাঘ্রের আকৃতি ও প্রকৃতি ইত্যাদি কত ভিন্ন, অথচ মানুষও প্রাণী, সিংহ ব্যাঘ্রাদি পশুগণও প্রাণী। আবার মশা, মাছি, পিপীলিকা প্রভৃতি বীড় পতঙ্গও প্রাণী। ইহাদের সহিত মানুষের তুলনা করিতে গেলে কত পার্থক্য পবিলক্ষিত হয়। তথাপি প্রাণী হিসাবে মানুষের সঙ্গে ইহাদের অনেক সাদৃশ্যও আছে।

এইরূপ সাদৃশ্য এবং পার্থক্য উদ্ভিদ জগতেও বিদ্যমান। একটি বিশালকাষ বট বৃক্ষের সহিত ছবি। ঘাসের তুলনা করিতে গেলে মনে হয় না যে ইহারা এক জাতীয় জীব,—উদ্ভিদ। একটি নির্দিষ্ট জাতীয় উদ্ভিদের সকল গুলির আকার সমান নয়, তাহাদের পাতা সমান আকার বা আয়তনেব নয়, সকল গুলির ফল এক বকম আকারেব নয়। ধান, আম, ছবি, শেওলা, ফনি মনসা, ব্যাঘ্রের ছাতা প্রভৃতি উদ্ভিদের মধ্যে যে পার্থক্য তাহা কেবল মাত্র আমাদের কাছে সৃষ্টি বহুস্তর বৈচিত্র্য বৃদ্ধিবার সুযোগ দিয়া থাকে।

এই সকল বিভিন্ন প্রকার উদ্ভিদের সহিত পরিচিত হইতে হইলে ইহাদের শ্রেণী বিভাগ প্রয়োজন। জগতের সকল প্রকার উদ্ভিদের সহিত পরিচিত হওয়া মানুষের একটি জীবনে ঘটিয়া উঠা সম্ভব নয়, অথচ মানুষ নানা কারণে সর্বাপেক্ষা বেশী নির্ভর করে উদ্ভিদের উপর। উদ্ভিদ তাহাদের আহাৰ যোগায়, বোগে ঔষধ ও পথ্য যোগায় এবং আহাৰ ও ঐ সকল ঔষধপথ্য প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত নিজে দক্ষ হইয়া উত্তাপরূপ শক্তি যোগায়। এইরূপে

মানুষের জীবনে কখন কোন্ উদ্ভিদের প্রয়োজন হইবে কে বলিতে পারে? তাই অজানা। উদ্ভিদের আকৃতি ও প্রকৃতিগত পার্থক্য অনুসারে তাহাদের বংশ পরিচয় সম্বন্ধে আমাদের কিছু জ্ঞান থাকা উচিত।

তোমরা গুনিয়া আশ্চর্য হইবে পুরুষের ঘাটে যে শেওলা জন্মে, পচা খড়ের উপর যে ব্যাঙের ছাতা জন্মে, এমন কি গাছের গায়ে যে ছাতা পড়ে অথবা কয়েকদিনের ভিজা জুতায কিংবা অন্য দ্রব্যে যে ভাবনা পড়ে তাহাও উদ্ভিদ। এখন আম, জাম, কাঁটাল প্রভৃতি গাছের সহিত তুলনা করিতে গেলে ইহাদিগকে উদ্ভিদ বলিয়া বিশ্বাস করিতে প্রবৃত্তি হয় না, অথচ প্রকৃতই ইহারা উদ্ভিদ। কিন্তু আম, জাম, কাঁটাল প্রভৃতি গাছ যেমন বীজ হইতে জন্মায় ইহারা সেকণ বীজ হইতে জন্মায় না। যে সমস্ত উদ্ভিদ বীজ হইতে



১নং চিত্র—পাইন গাছ

জন্মায় তাহাদিগকে **বীজজ** (Phanerogams) এবং যাহারা বীজ হইতে জন্মায় না তাহাদিগকে **অবীজজ** (Cryptogams) বলে। বীজজ উদ্ভিদের ফুল হয় কিন্তু অবীজজের ফুল হয় না। বীজজের মধ্যে আবাব কতকগুলি উদ্ভিদের বীজ ফলের মধ্যে লুকান থাকে, ইহাদিগকে **আবৃত বীজ** (Angiosperm) বলা হয়। আবাব পাইন প্রভৃতি এমন কতকগুলি উদ্ভিদ আছে যাহাদের ফল হয় না, কেবলমাত্র নগ্ন বীজ হয়, তাহাদিগকে **নগ্নবীজ** (Gymnosperm)

উদ্ভিদ বলিয়া থাকি। ফলবান উদ্ভিদের, বীজের মধ্যে অনেক পার্থক্য দেখা যায়। ধান, গম প্রভৃতি উদ্ভিদের বীজের একটি করিয়া দানা বা বীজপত্র থাকে। আবাব ছোলা, মটর, তেঁতুল, আম, জাম প্রভৃতির বীজে দুইটি করিয়া বীজপত্র থাকে। যাহাদের বীজে মাত্র একটি করিয়া বীজপত্র থাকে তাহাদিগকে **একবীজপত্রী** (Monocotyledonous) এবং যাহাদের বীজে দুইটি করিয়া বীজপত্র থাকে তাহাদিগকে **দ্বিবীজপত্রী** (Dicotyledonous) বলা হয়।

অবীজজ উদ্ভিদেব সকলগুলিব দেহের পবিপূর্ণতা লাভ হয় নাই—
এইজন্য ইহারা নীচ জাতীয় উদ্ভিদ। শেওলা, ছাতা
প্রভৃতি জাতীয় উদ্ভিদেব দেহেব বিভিন্ন অংশ
নির্ধারিত কবিত্তে পাবা যায় না—ইহাদের মূল,
কাণ্ড বা পত্র কিছুই বিশেষরূপে সূনির্দিষ্ট নহে, এই-
জন্য ইহাদিগকে সমাজ দেহীবর্গ (Thallo-
phyta) বলা হয়। এমন কতকগুলি অবীজজ
উদ্ভিদ আছে যাহাদেব কাণ্ড ও পত্র থাকে—



২নং চিত্র—ব্যাঙের ছাতা



৩নং চিত্র—মস ও যার্ণ

অথচ মূল থাকে না, তাহাদিগকে মসবর্গ
(Bryophyta) বলা হয়। অনেক সময়
মসবর্গেব কাহাবও কাহারও আবাব
ঐ দুইটি অঙ্গ বিশেষ পরিপুষ্টতা লাভ
কবে না। অবীজজ উদ্ভিদেব মধ্যে
যাহাদেব কাণ্ড, পত্র ও মূল বিশেষরূপে
পবিফুট তাহাদিগকে ফার্ন বর্গের
(Pteridophyta) মধ্যে ফেলা হয়।

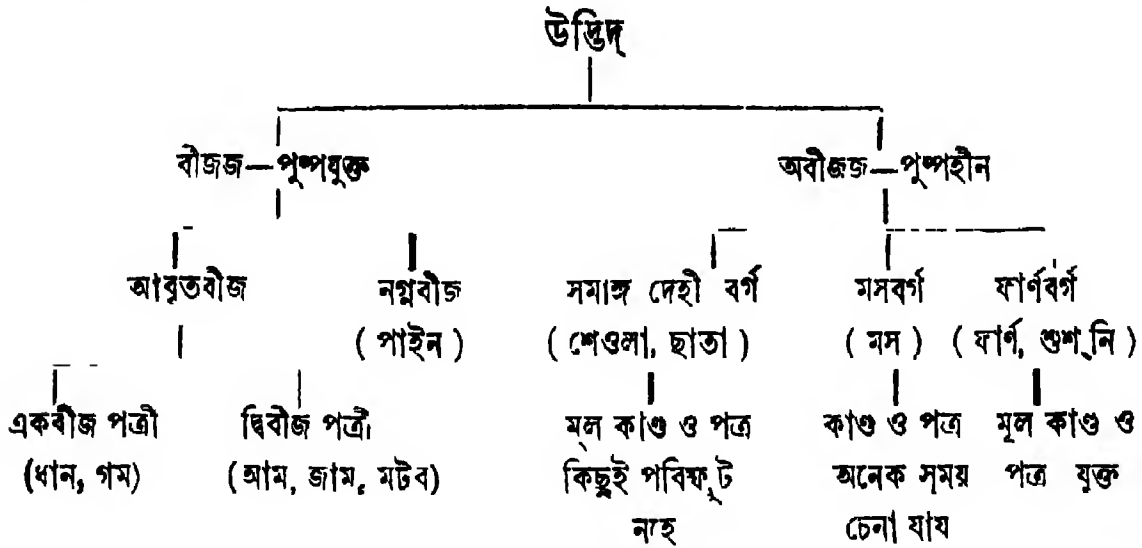
দেহেব গঠন, আয়ু, ফল প্রসবেব

নিয়ম, মূল, কাণ্ড, পাতা, ফুল ও ফলেব ধর্ম

এবং সাধাবণ জীবন যাত্রাব পদ্ধতি অনুসাবে উদ্ভিদদিগকে আরও কয়েকটি বিশিষ্ট
শ্রেণীতে বিভক্ত করা যাইতে পাবে। তন্মধ্যে বৃক্ষ, লতা, বীক্ষপ, গুল্ম, পবজীবী
পবাশ্রয়ী, মাংসাশী, মৃতজীবী ও জলজ প্রধান। ইহাদের কয়েকটির বৈশিষ্ট্য সঙ্ক্ষে
ইহাদের দেহাংশের বর্ণনা প্রসঙ্গে পরবর্ত্তী পরিচ্ছেদ কয়েকটিতে বলা হইবে।

সংক্ষেপ :—বহু প্রকারের উদ্ভিদ আছে। জুতার যে ছাতা পড়ে তাহাও যেমন
এক প্রকার উদ্ভিদ, ব্যাঙের ছাতা, শেওলা, ছর্বা, আম এবং জাম প্রভৃতির গাছ তেমন উদ্ভিদ।
এই উদ্ভিদেব মধ্যে বহু পার্থক্য ও সাদৃশ্য লক্ষিত হয়। ইহাদিগের সকলকে চিনিয়া বাখা

অসম্ভব। তাই শ্রেণী বিভাগ করিয়া ইহাদের মোটামুটি একটা পরিচয় মনে রাখা যায়। সেই হিসাবে উদ্ভিদ এক বীজ পত্রী, দ্বিবীজ পত্রী, সমাজ দেহীবর্গ, মসবর্গ ও ফার্নবর্গভুক্ত। এতদ্ভিন্ন বৃক্ষ, লতা বীকুপ, গুল্ম, পর্বজীবী, পবাশ্রয়ী, মাংসালী, মৃতজীবী ও জলজ এই কর শ্রেণীব আবৃতবীজ উদ্ভিদ আছে।



প্রথম প্রশ্নমালা

১। নিম্নলিখিত শ্রেণীর কয়েকটি গাছের নাম বল এবং কেন তাহাদিগকে একপ নাম দেওয়া হইয়াছে বল :—একবীজ পত্রী, দ্বিবীজ পত্রী, অবীজজ ও সমাজদেহী বর্গ।

(Name some plants which belong to the following group stating reasons Monocotyledonous dicotyledonous, cryptogams and (Thallophyta)

২। ফল, পুষ্প ও বীজ অনুসারে গাছের যে শ্রেণীবিভাগ করা হয় তাহাব একটি তালিকা প্রস্তুত কর। (Tabulate to classify the plants which has been grouped according to their fruits, flowers and seeds)

৩। নিম্নলিখিত উদ্ভিদগুলি কোন শ্রেণীর বল :—

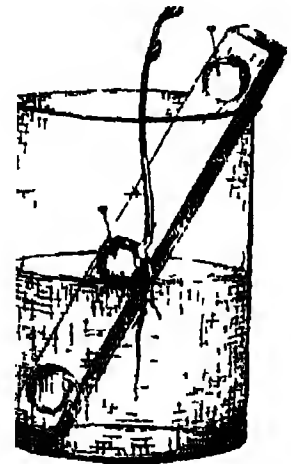
মটর, শেওলা, বেগুন ছাতা ও ধান। (To which group do the following belong—Pea, moss, fungi and paddy?)

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ

অঙ্কুবোদাগম

পরিমিত রস, উত্তাপ এবং বাতাস না পাইলে কোন বীজ অঙ্কুবিত হয় না, একথা হয়ত তোমরা সকলে জান। বস্তা বস্তা ধান, বস্তা বস্তা ছোলা বা অন্য কলাই, দোকানে কতদিন পড়িয়া থাকে, কিন্তু তাহা হইতে অঙ্কুবোদাগম হয় না। আবার যদি বীজ গবম জলে ফুটাইয়া লওয়া হয় অথবা বরফ ঢাকা দেওয়া হয় তবে তাহা অঙ্কুবিত হয় না। কিন্তু ঐ সকল বীজের কাষকটি লইয়া যদি উপযুক্ত মাটিতে বপন করা হয় তবে তাহা হইতে গন্ধবোদাগম হয় এবং পাবে কেমন সুন্দর স্পুষ্ট চাষা জন্মে। এই চাষা হইতে বড় বড় গাছ, ফুল ও ফল হইয়া থাকে। গাছেব জীবনে পরিমিত আলোর প্রয়োজন। আলোক না পাইলে বীজ অঙ্কুবিত হয় নটে, কিন্তু পাবে আলো না পাইলে গাছ স্তব্ধ থাকে না, এমন কি অধিক দিন আলো না পাইলে গাছ মরিয়া যায়।

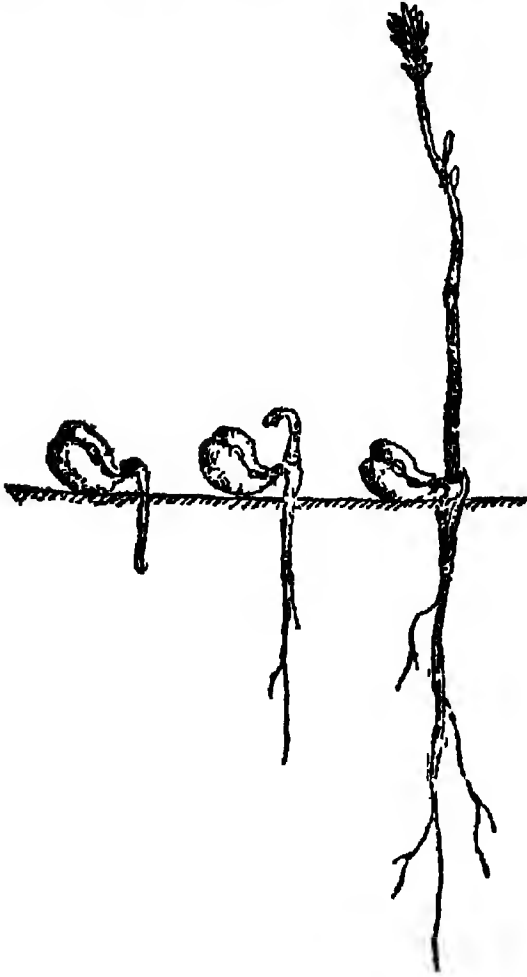
একটি কাষ্ঠ ফলকেব ঠিক মাঝে একটি ও তই পাশে দুইটি ছোলা আলুপিন দিয়া আটকাইয়া কাষ্ঠ ফলকটিকে একটি পাত্রের জলে এমন ভাবে ডুবাইয়া রাখ যেন একটি ছোলা সম্পূর্ণরূপে জলে ডুবিয়া থাকে, মধ্যবটি যেন অর্ধেক জলে এবং অর্ধেক উপবে এবং অপবটি সম্পূর্ণরূপে জলের উপবে থাকে। কয়েকদিন পরে দেখা যাউবে, যে ছোলাটি সম্পূর্ণরূপে জলে ডুবিয়া ছিল এবং যে ছোলাটি সম্পূর্ণরূপে জলের বাহিবে ছিল, তাহাদেব অঙ্কুবোদাগম হয় নাই, অথচ মধ্যব ছোলা হইতে অঙ্কুব বাহিব হইয়া ছোলাব চাষা কেমন ধীবে ধীবে বাড়িতে থাকিবে। ইহাব কাবণ আব কিছুই নহে—জলেব ছোলাটি বস পাইলেও বায়ু ও উত্তাপ



৪নং চিত্র—অঙ্কুবোদাগম

পায় নাই, এবং উপরেব ছোলাটি বায়ু ও উত্তাপ পাইলেও বস পায় নাই বলিয়া অঙ্কুরিত হয় নাই। কিন্তু মাঝেব ছোলাটি পবিমিত বস এবং বায়ু পাওয়ায় অঙ্কুরিত হইয়াছে। মনে বাখিও সাধাবণ জলে বায়ু মিশ্রিত থাকে। গবম করিয়া ফুটাইয়া লইলে উহা হইতে বায়ু বহির্গত হইয়া যায়। এইরূপ ফুটান জল লইয়াই উপবোক্ত পবীক্ষাটি করা উচিত।

ছোলার বীজ হইতে গাছ জন্মাইতে হইলে ছোলা গুলিকে একদিন জলে ভিজাইয়া বাখা হয়। যখন ছোলা গুলি ফুলিয়া মোটা হইতে থাকে তখন হইতে ইহার ভিতবে শিশু গাছেব জন্ম হয়। পবে আলুগা মাটিতে ছড়াইয়া দেওয়া হয়



এবং আস্তে আস্তে মাটি নাড়িয়া চাড়িয়া দেওয়া হয় যাহাতে বীজগুলি অল্প মাটি চাপা পড়ে। মধ্যে মধ্যে জল ছিটাইয়া মাটি সবস বাখা হয়। কয়েকদিন পবে মাটি ভেদ করিয়া ছোলা গাছ উপবদিকে বাড়িতে থাকে। ভিজা ছোলা হইতে আবস্ত করিয়া ছোলাব গাছ হওয়া পর্যন্ত লক্ষ্য করিলে ইহার বিভিন্ন অবস্থাব পবিচয় পাওয়া যাইবে। ভিজা ছোলা লইয়া একটু টিপিলেই দেখা যায় ইহার মাঝামাঝি বীজাববণ ফাটিয়া যায় ও দুইটি দানা বাহিব হইয়া পড়ে। মাটিতে পুঁতিবাব পবে যখন ভ্রূণ ক্রমে বাড়িতে থাকে তখন এইরূপে বীজাববণ ফাটাইয়াই অঙ্কুর বহির্গত হয়। একটি ভিজা

নং চিত্র—ছোলাব অঙ্কুরোদগম

ছোলা বেশ করিয়া জল মুছিয়া লক্ষ্য করিলে দেখিতে পাওয়া যায়, ছোলার

সকল মুখেব দিকের ঠিক মাঝে একটি ক্ষুদ্র ছিদ্র বহিয়াছে। টিপিলে এইখান দিয়া বস নির্গত হয়। এই ছিদ্রটিকে **ডিম্বকনাসী** (Hilum) বলে। এইখানেই বীজপত্র দুইটি ভ্রূণের সহিত সংযুক্ত থাকে। ঠিক ইহাব উপবে একটি কাল দাগ দেখিতে পাওয়া যায়। ইহাকে **বীজরন্ধ্র** (Micropyle) বলে। সময়ক্রমে ভ্রূণ বাড়িয়া বীজাববণ ফাটাইয়া দেয় এবং ভ্রূণমূল বহির্গত হইয়া মাটির ভতবে প্রসারিত হইতে থাকে। ইহাই ছোলাব প্রধান মূল। কিন্তু বীজাববণযুক্ত বীজপত্র মাটির ভিতর আটকাইয়া পড়ে বলিয়া বক্রাকাবে এই মূল বাড়িতে থাকে। দুই তিন দিন পবে বীজাববণযুক্ত বীজপত্র মাটি হইতে উপবে উঠিয়া পড়ে। ক্রমে বীজাববণ খুলিয়া বীজপত্র ছড়াইয়া পড়ে। এই বীজপত্র জীর্ণ হইয়া খসিয়া পড়ে এবং নূতন কচি সবুজ পাতা বাহির হয়। এই বীজপত্রই ছোলা গাছেব প্রথম খাত্ত ভাগাব। বীজপত্রেব সঞ্চিত খাত্ত ফুবাইয়া গেলে শুকাইয়া রবিয়া যায় এবং কাণ্ডের গাঁট হইতে নূতন পাতা এবং মূল দ্বাবা আহাৰ্য সংগ্রহ কবিয়া গাছটি বাড়িতে থাকে। বীজপত্র প্রথমে কত মোটা এবং ফ্যাকাসে হলুদে বংএব থাকে, কিন্তু যত নীর্ণ হয় তত সবুজ হইতে থাকে। অন্য পত্রগুলি কিন্তু বীজপত্র হইতে সম্পূর্ণ ভিন্ন আকৃতিব এবং ভিন্ন বংএব।

ভুট্টাব দানা কিন্তু ছোলাব দানা হইতে সম্পূর্ণ ভিন্ন। ইহাব ভিতর একটি মাত্র দানা থাকে এবং সে দানাটিও উপরেব আবরণেব সহিত দৃঢ় ভাবে সংবদ্ধ থাকে। এই এক একটি দানা বীজ নহে, এক একটি ফল। ছোলাব মত ভুট্টাব দানা জলে ভিজাইয়া বাখিবাব পব ফুলিয়া উঠিলে আল্গা মাটিতে পুঁতিয়া দেওয়া হয়। ভুট্টা দানাব মুখেব শাদা অংশ হইতে ভ্রূণমূল বহির্গত হইয়া বাড়িতে থাকে, কিন্তু কিছুদিন পবে নষ্ট হইয়া যায়। পূর্ব হইতেই এই ভ্রূণমূলেব গোড়া হইতে এবং বীজ পত্রেব পার্শ্ব হইতে কতকগুলি সরু সরু শিকড় বাহির হয়। পবে এত অধিক পরিমাণে এই শিকড় জন্মায় যে একটি গোছার মত দেখায়। এইজন্য

ভুটোর মূল **গুচ্ছমূল (Fibrous Root)**। ধান, পিঁয়াজ প্রভৃতি একবীজ পত্রী উদ্ভিদেবও এইরূপ গুচ্ছ মূল হয়। ভুটাব বীজে একটি মাত্র বীজ থাকে, তাহা



৬নং চিত্র—ভূটার অক্ষর

কখনও আবরণের বাহিবে আসে না

এবং ভুট্টাব দানাও কখনও ভ্রাণ কাণ্ডেব

(Shoot) বৃদ্ধির সঙ্গে মাটির বাহিবে

উঠে না। ভ্রূণমূল নিচে যাইবার পথ

ভ্রূণকাণ্ড একটি আবরণে আবৃত হইয়া

উপব দিকে উঠিতে থাকে এবং পবে ঐ

আবরণ ভেদ কবিতা বাহিবে আসে ৬

সদৃশ পত্রযুক্ত কাণ্ডে পবিণত হয় ।

ছোলাব ত্রাণ প্রথমে ভুট্টাও ইহাব বীজপত্রস্থ খাত্ত গ্রহণ কবে। পরে বীজ পত্রের খাত্ত ফুৰাইয়া গেলে সবুজ পত্র, মূল ও আস্থানিক মূল দিয়া ইহাবা খাত্ত সংগ্রহ কবে। ভুট্টা গাছেব গাঁটে গাঁটে মাটিব উপবেও যে সকল শিকড় দেখা যায়

তাহাদিগকে আশ্চর্যজনক (Adventitious) মূল বলা হয়। প্রথম অঙ্কুরোদগম হইতে আবস্তু কবিয়া ভুটাব গাছেব চাৰিটি শিশু অবস্থা চিত্রে দেখান হইল।

ক খ গ ঙ ঘ যথাক্রমে ইহাব কাণ্ড, মূল, গুচ্ছ মূল ও বীজপত্র। ইহাদেব ক্রমবৃদ্ধি
লক্ষ্য কব। কতকগুলি বীজ মাটিতে অঙ্কবিত হইয়া মাটি ভেদ করিয়া উঠে।

ক্রমে কাণ্ডের বৃদ্ধির সহিত বীজপত্র কিছুদিন মাটির উপর হইতে ক্রমাগত উপরে উঠিতে থাকে। ইহাদিগকে **মুন্ডেনী (Epigeal)** বীজ বলে। অপর পক্ষে কতক-

শুলি বীজ মাটির নিচেই থাকিতে চায়। ইহার। মূদন্তগত (Hypogaeal) বীজ।
তেঁতুল, সিম, লাউ, কুমড়া প্রভৃতির বীজ মূদন্তী বীজ, কিন্তু মটর, ছোলা প্রভৃতি

বীজ মৃদঙ্গগর্ত বীজ । আবার ছোলা, মটর, সিম প্রভৃতি গাছেব ভ্রূণেব খাজ বীজ-
পত্রের মধ্যে থাকে, কিন্তু রেড়ি, ধান, তাল নাবিকেল, খেজুর, সুপারি, যব, ভুট্টা

দৈহিক গঠন, ফুল ও ফল দান করিবার রীতি ও শক্তি, মূল, কাণ্ড ও পত্রের বিভিন্নতা এবং সাধারণ ধর্মের পার্থক্য অনুসারে, সমস্ত উদ্ভিদকে বৃক্ষ, লতা, গুল্ম, ওষধি প্রভৃতি কয়েক শ্রেণীতে বিভক্ত করা হয় পূর্বে জানিয়াছে। তন্মধ্যে বৃক্ষই সর্বাপেক্ষা আকারে বিশাল এবং সর্বাপেক্ষা পূর্ণাঙ্গ।

সমূল আকন্দ, ছুড়ছুড়ে বা এইরূপ জাতীয় একটি ছোট গাছ উপডাইয়া পরীক্ষা করিলে দেখা যায়, একটি গাছের প্রধানত দুইটি অংশ—মূল (Root) ও কাণ্ড (Shoot)। প্রথম অংশটি সাধারণত মাটির নিচে এবং অপরটি মাটির উপরে থাকে। মূলের ধর্ম মাটির নিচে প্রসার লাভ করা, কিন্তু কাণ্ডের ধর্ম ঠিক বিপরীত—ইহা উপর দিকে বাড়িতে চায়।

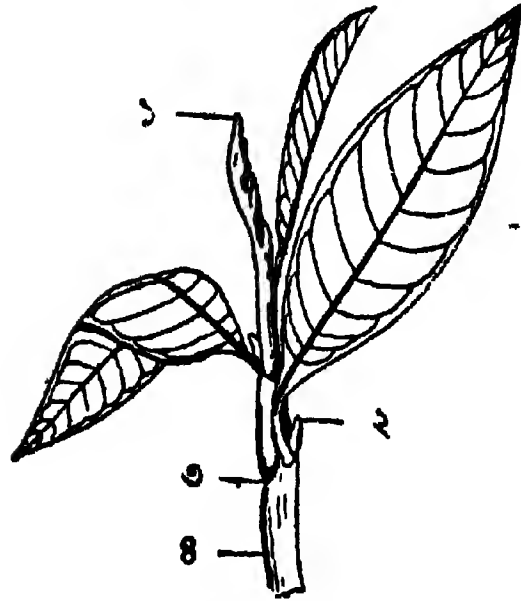
এইবার একটি বড় গাছের কথা ভাবিয়া দেখিলে বুঝিতে পারিবে ইহাবও ঐরূপ দুইটি প্রধান অংশ আছে। ইহাব মূল মাটির নিচে শাখা প্রশাখা বিস্তার করিয়া মাটি আঁকড়াইয়া ধরে তাতে গাছটি খাড়া হইয়া থাকে, পড়িয়া না যায়। এই মূল দিয়া গাছ মাটি হইতে বস সংগ্রহ করিয়া আপনার খাদ্য আহরণ করে। প্রধান মূল হইতে শাখা প্রশাখা বাহির হইয়া মাটির ভিতর চতুর্দিকে ছড়াইয়া পড়ে, গাছের কাণ্ড হইতেও সেইরূপ শাখা প্রশাখা বাহির হইয়া উপরের চারিদিকে ছড়াইয়া পড়ে। এই শাখা প্রশাখায় গাছের পাতা, ফুল ও ফল ধবে এবং পবে আমরা ফল হইতে বীজ পাই। ফুল ও ফল, সকল গাছে সকল সময় পাওয়া যায় না—ইহাবা গাছের অপ্রধান অংশ। গাছের প্রধান অংশ হইল তিনটি—মূল, কাণ্ড এবং পাতা। পাতার সাহায্যে গাছ খাদ্য আহরণ করে, কিন্তু পাতার প্রধান কাৰ্য নিঃশ্বাস প্রশ্বাস গ্রহণ ও ত্যাগ করা। গাছকে বাঁচিতে হইলে মূল, কাণ্ড ও পাতার বিশেষ প্রয়োজন, এইজন্য ইহাদের যে কোন একটিকে যদি নষ্ট করিয়া ফেলা হয় তবে গাছ নিশ্চেষ্ট হইয়া পড়ে, নয়ত একেবারে মরিয়া যায়। কিন্তু ফুল ফল তুলিয়া লইলে গাছের তত ক্ষতি হয় না।

* মূল ও পাতা দিয়া গাছ আপনার খাদ্য আহরণ করে এবং অনেক সময়

সেই খাতি সঞ্চিত করিয়াও রাখে; মূলা, গাজর প্রভৃতিব মূলেব কথা মনে কবিলে এবং ঘৃতকুমারী ও হিম সাগরের পাতার কথা মনে কবিলে আমবা বেশ বুঝিতে পারি পূর্বোক্তগুলিব মূলে ও শেযোক্তগুলিব পাতায় খাতি সঞ্চিত থাকে।

বীজ হইতে প্রথম মূল বাহিব হয়। মূলের সর্বপ্রথম অবস্থা **ক্রণমূল** (Radicle) এবং কাণ্ডেব অনুরূপ অবস্থাব নাম **ক্রণ মুকুল** (Plumule)। বীজ অঙ্কুৰিত হইবার সর্বপ্রথম অবস্থায় আমবা ক্রণমূলকেই দেখিতে পাই, পবে ক্রণমুকুল বাহিব হয়।

গাছের একটি শাখা লইয়া পরীক্ষা কবিলে দেখা যাইবে, ঠিক যে অংশ হইতে পাতা বাহিব হয়, শাখা বা উপশাখাব ঠিক সেই অংশ অপব অংশ অপেক্ষা কিছু



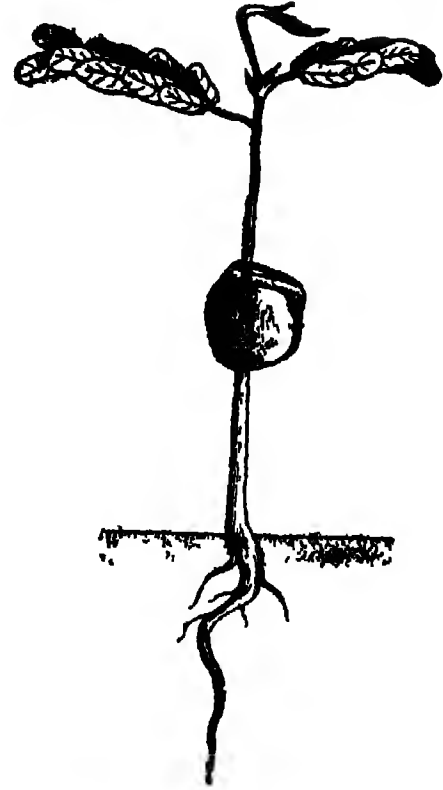
৭নং চিত্র—সন্ধি, পর্ব ও মুকুল

হয়, ইহাকে **পার্শ্বস্থ মুকুল** (Axillary bud) বলে। প্রত্যেক শাখা প্রশাখাব শীর্ষদেশেও এইরূপ মুকুল জন্মায়। তখন তাহাদিগকে **অন্তস্থ মুকুল** (Terminal bud) বলে। সাধাবণত এই অন্তস্থ মুকুল হইতে ফুল ধরে। ৭নং চিত্রে দেখ (১) গাছটির অন্তস্থ মুকুল, (২) পার্শ্বস্থ মুকুল (৩) সন্ধি (৪) পর্ব।

একটি খুব ছোট তেঁতুল চারা লইয়া পরীক্ষা কবিয়া দেখ—ইহাব বীজপত্র (Cotyledons) দুইটি কেমন মাটির উপর গাছের সহিত যুক্ত হইয়া

: মাটি এবং বাঁকা, ইহাই গাছের গাঁট বা **সন্ধি** (Node)। এই রূপ দুইটি সন্ধিব মধ্যবর্তী স্থানকে **পর্ব** (Anti-node) বলা হয়। প্রত্যেক সন্ধিতে যেখানে পাতা বাহিব হয় সেই স্থানে পাতাব ও শাখাব মধ্যে একটি কচিপাতাব মুকুল দেখা যায়, ইহাই বড় হইয়া কখনও আব একটি প্রশাখায় পরিণত

বহিয়াছে। কিছুদিন পরে এই বীজপত্র দুইটি ক্রমে শীর্ণ হইয়া নষ্ট হইয়া যায়। তখন গাছকে আর ইহাতে সঞ্চিত খাদ্যেব উপর নির্ভর করিতে হয় না। গাছ যত বাড়িতে থাকে ততই তাহার ডালপালা, পাতা গজায়, এদিকে নিচে শিকড়ও ঐরূপ শাখাপ্রশাখা বিস্তার করিতে থাকে। ঝড়ে উপড়ান একটি বৃহৎ তেঁতুল গাছ যদি কেহ কখনও দেখিয়া থাক তবে বুঝিতে পাবিবে ইহাব মাটির উপরেব অংশ যেমন বিস্তার লাভ কবে মাটির নিচেব অংশও প্রায় সেইরূপ বিস্তার লাভ কবে। কিন্তু ইহা মাটির নিচে থাকে বলিয়া আমবা মোটে টেব পাইনা।



৮নং চিত্র—তেঁতুল চাষা

লক্ষ্য করিলে বেশ দেখা

নিচে প্রধান শিকড়টি ক্রমাগত সোজা নিচেব দিক নামে, ইহাকে প্রধান (Tap) মূল

বলে। ইহাব পাশে যে সমস্ত শিকড় বাহিব হয়

ক্রমে সেই সকল শিকড়ের পাশ দিয়াও আবাব শিকড় বাহিব হয়; ইহাদিগকে শাখা মূল বলে। মূলগুলি মাটির নিচে অঙ্ককাবে থাকে বলিয়া ইহাদেব বং শাদ।

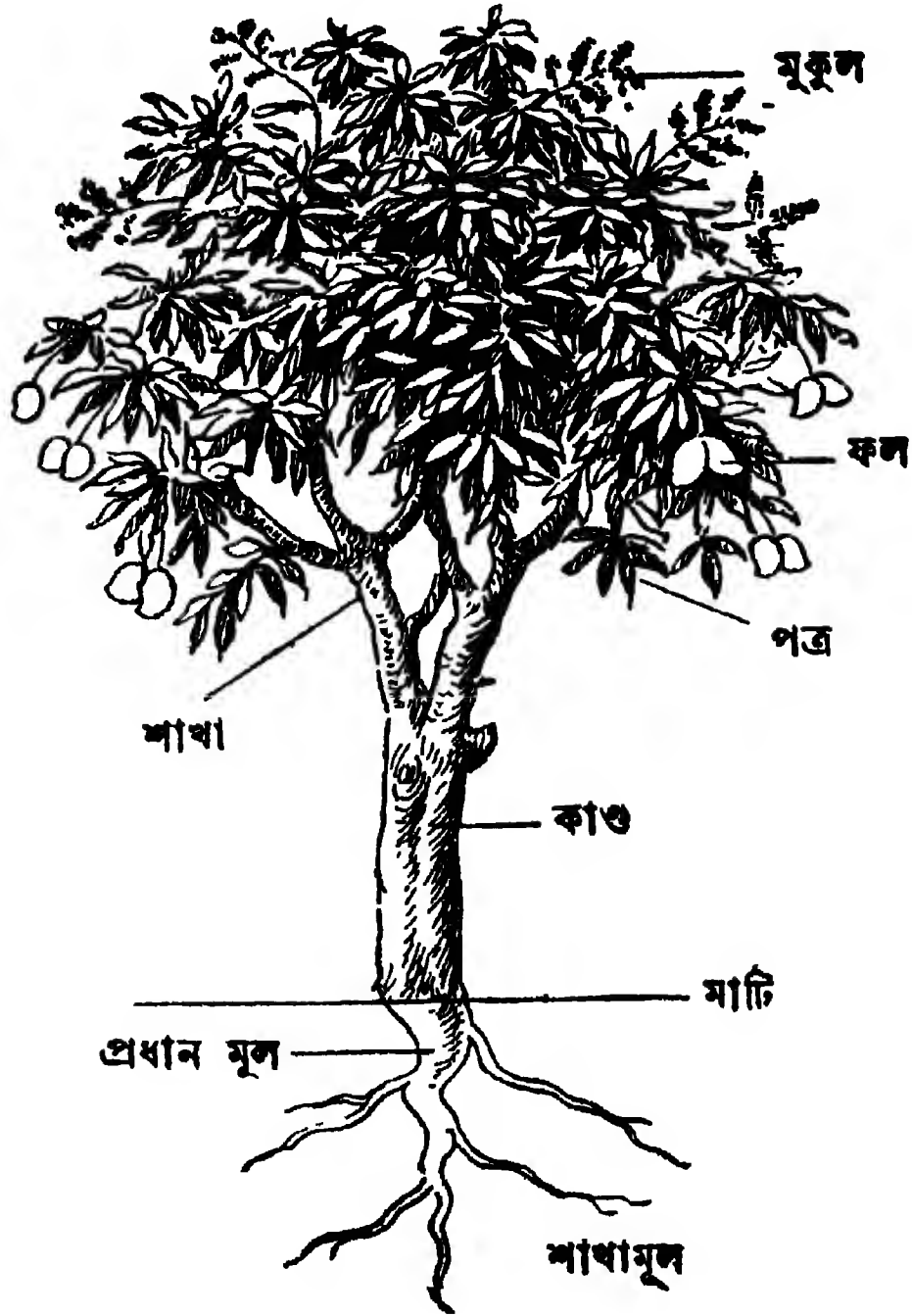


৯নং চিত্র—তেঁতুল ফুল

যে সকল সন্ধি হইতে পাতা বাহির হইয়াছে সেখানে পার্শ্ব-মুকুল দেখিতে পাওয়া যায়। অন্তস্থ মুকুল হইতে ফুল হয়। এই ফুল হইতে ক্রমে পাপড়ি খসিয়া যায়

এবং সরু সরু তেঁতুল ফল দেখা দেয়। বাবমাস সকল গাছেব পাতা দেখা যায় না। অশ্বখ, নিম প্রভৃতি গাছেব পাতা বসন্তকালে একবারে খসিয়া যায় ও নূতন পাতা গজায়। তেঁতুল গাছে বাবমাসই পাতা দেখা যায়। মধ্যে মধ্যে উহার কিছু পাতা পাকিয়া ঝরিয়া পড়িয়া যায় এবং নূতন পাতা

গজায়। ভাদ্র আশ্বিন মাসে ইহাব নূতন পাতা অধিক পরিমাণে হয় এবং নূতন পাতা ইহাবাব পবেই তেঁতুল ফুল ধবে। এই ফুল হইতে ফল হইয়া বাড়িতে



১০নং চিত্র—পূর্ণাঙ্গ গাছ

থাকে এবং সেই ফল পাকিতে প্রায় চৈত্র, বৈশাখ মাস পর্যন্ত সময় লাগিয়া

থাকে। অধিকাংশ গাছের নূতন পাতা গজাইবার, ফুল ও ফল ধরবার যেমন সময় নির্দিষ্ট থাকে তেঁতুল গাছেরও ঠিক একটি নির্দিষ্ট সময়ে ফুল ও ফল হয়। তেঁতুল ডালের প্রত্যেক সন্ধি হইতে একটি কবিয়া প্রধান পাতা বাহির হয়। একটি সন্ধি যদি কে এই প্রধান পাতা বাহির হয় পববর্তী সন্ধিতে ঠিক তাহার বিপরীত দিক পাতা বাহির হয়। প্রধান পত্রের গায়ে আবার জোড়া জোড়া ছোট ছোট পাতা বাহির হয়। এই পাতাগুলি এক এক স্থানে দুইটি দুই দিকে বিস্তৃত হইয়া থাকে। কিন্তু নিম্নপাতার মত পাতার শীষ এক পাতা থাকে না। ১০ নং চিত্রে একটি পূর্ণাঙ্গ গাছ ও তাহার মূল, কাণ্ড, পত্র, পুষ্প ও ফল দেখান হইল। উদ্ভিদে প্রতি অংশের উপকারিতা, বায় ও পাবিপায়িক অবস্থান সহিত সংগ্রাম করিবার জ্ঞান দেহাংশ বিশেষের কপান্তর প্রভৃতি পববর্তী পবিচ্ছেদে বর্ণিত হইবে।

সংক্ষেপ ১—পরিমিত নম, বাতাস ও উত্তাপ না পাইলে অঙ্কুবোদগম হয় না। বীজের উদ্ভবক ন্যূন ও বাতবন্ধ আছে। উদ্ভিদে প্রধান দুইটি অংশ—মূল এবং কাণ্ড, অবশ্য উভ্যদেব প্রত্যেকেই নানা কপ আছে। কাণ্ড এবং মূলের যেমন পার্থক্য তেমনই সাদৃশ্যও দেখা যায়। সাদৃশ্য থাকে শাখা, প্রশাখা পত্র, নকি, মুকুল, ফল, ফুল ইত্যাদি।

দ্বিতীয় প্রশ্নমালা

১। একটি পরীক্ষা করিয়া কব যাচাই করিয়া কবা বায় উপযুক্ত নন, বাতু এবং উত্তাপ না পাউলে বীজ অঙ্কবিত হয় না। (Describe an experiment which will prove that a seed will not germinate unless it gets adequate amount of water, air and heat)

২। ছোলা ও ভুট্টার অঙ্কুবোদগম ককপে হয় লিখ। (Write how gram and maize germinate)

৩। ভুট্টার ও ছোলার অঙ্কুবোদগম বলে কি কি পার্থক্য পবিলক্ষিত হয়? (What differences are noticed in the germination of a gram and a maize)

৪। গাছের প্রধান অংশ দুইটির বিবরণ দাও। (Give an account of the two main parts of a plant.)

৫। কাণ্ড এবং মূলের মধ্যে প্রধান প্রধান সাদৃশ্য এবং পার্থক্যগুলি বুঝাইয়া দাও।
(Explain the chief similarities and differences of a root and a shoot)

৬। ফল ও ফুল গাছের অপ্রধান অংশ কেন? (Why fruits and flowers are minor parts of a plant?)

৭। পর্ব, সন্ধি, অন্তঃস্থমুকুল, ও পার্শ্বমুকুল কাহাকে বলে চিত্র অংকিয়া বুঝাইয়া দাও।
(Explain with a diagram —antinode node terminal bud and axillary bud)

৮। আম ও তৈতুল গাছের জীবন বৃত্তান্ত লিখ। (Write life histories of a mango tree and of a tamarind tree)

৯। তৈতুল গাছে কোন সময়ে ফুল ধবে? (When is the time of inflorescence of a tamarind tree.?)

তৃতীয় পরিচ্ছেদ

মূল, কাণ্ড, পাতা, ফুল, ফল ও বীজ

মূল

পূর্বেই বলা হইয়াছে ভ্রূণ হইতে বাহির হইয়া যে অংশ মাটির ভিতর দিকে যায় তাহাই শিকড় এবং যাহা উপর দিকে উঠে তাহা কাণ্ড। এই শিকড় এখন প্রধান মূল (Tap root) রূপে ক্রমাগত নিচে নামিতে থাকে এবং সঙ্গে সঙ্গে ইহাব পাশ হইতে শাখা এবং ক্রমে প্রশাখা বহির্গত হয়। আবার কখনও বা প্রধান মূল বধিত না হইয়া মরিয়া যায়

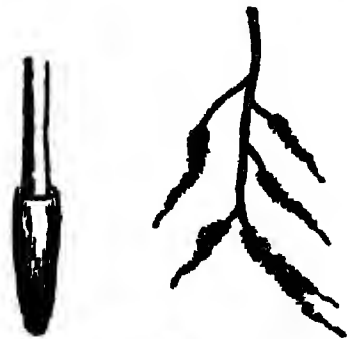


১১ নং চিত্র

ধানগাছের গুচ্ছমূল

এবং ঐ স্থান হইতে গুচ্ছ মূল (Fibrous root) বাহির হইয়া মাটির চারিদিকে ছড়াইয়া পড়ে। অধিকাংশ এক-বীজপত্রী উদ্ভিদের গুচ্ছমূল হয়। মূলের রং এক বকম শাদা, কিন্তু কাণ্ডের বড় বিভিন্ন। শিকড় হইতে পাতা, ফুল, ফল বা বীজ হয় না। কিন্তু

প্রত্যেক শিকড়ের মাথায় একটি করিয়া মূলত্রা (Root cap) থাকে—ইহা স্নকুমার মূলগ্রন্থাগকে দুর্ঘটনা হইতে



১২ নং চিত্র—মূলত্রা ও মূলরোম

রক্ষাকবে। এই মূলত্রাব উপরে শিকড়ের চারিদিকে অতি সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম চুলের মত কতকগুলি মূলরোম (Root hair) বাহির হয়। কাণ্ডের ন্যায় মূলের সন্ধি বা পর্ব নাই।

কাণ্ডের বিভিন্ন অংশে অবস্থান অনুসারে মূলকে সাধারণত দুইভাগে ভাগ করা হয়, তন্মধ্যে কাণ্ডের নিচে প্রধান মূলকে প্রকৃত (True) মূল

এবং কাণ্ডের অন্তর্গত অংশে অবস্থিত মূলকে **আস্থানিক** (Adventitious) মূল বলা হয়। কাণ্ডের বিভিন্ন স্থানে অবস্থান অনুসারে ইহাদের কার্যের বিভিন্নতা পৰিলক্ষিত হয়। আম, জাম, তেঁতুল প্রভৃতি গাছের মূল প্রকৃত মূল, কিন্তু বটের ঝুবি, কেয়া বা ভুট্টা গাছের উপরকার শিকড়, পান, কুমড়া, বাগ্না প্রভৃতি গাছের শিকড় আস্থানিক মূল। আস্থানিক মূল আবাব কার্য অনুসারে বা অবস্থান অনুসারে কয়েকটি ভাগে বিভক্ত, যথা :—

(ক) **স্তম্ভ** (Prop) মূল—বট বা ববাব গাছের বড় বড় শাখা প্রশাখা হইতে



১৩ নং চিত্র—বটের ঝুবি

ঝুবি নামিমা মাটির ভিতরে প্রধান মূলের মত প্রবেশ করে। কালক্রমে ইহা বা

পুঁই হইয়া এক একটি স্তম্ভের মত হইয়া দাঁড়ায়। তখন বড় গাছটির শাখাটির গোড়া কাটিয়া দিয়া প্রধান গাছ হইতে পৃথক করিলে শাখা প্রশাখা গুলি এক একটি পুৰাদস্তব গাছ হইয়া দাঁড়ায়। এইকপ মূলকেই **স্তম্ভমূল** (Prop root) বলা হয়।

(খ) **ঠেশ** (Stilt) মূল :—কেয়াগাছ বাহাতে সহজেই মাটিতে পড়িয়া না বায় সেইজন্য উহাব গুঁড়ির মাটির উপবেব অংশ হইতেও বড় বড় শিকড় বাহির হইয়া গাছটিকে শক্ত করিয়া ধরিয়া রাখে। ইহাদিগকে **ঠেশ** মূল বলে।
 কুটু, আখ, বান প্রভৃতি গাছের গোড়ার দিক অনেকগুলি গাঁট হইতে এইকপ ঠেশমূল বাহির হইতে দেখা যায়, তবে তাহাব কেয়াগাছের ঠেশমূলের মত বড় ও মজবুদ নহে।



১৪নং চিত্র—কেয়াগাছের ঠেশমূল

(গ) **আরোহী** (Climbing) মূল—পান, গজপিপুল প্রভৃতি কতকগুলি লতা গাছ আপন কাণ্ডের দুর্বলতার জন্য বাড কাপটাব হাত হইতে আপনাদিগকে বন্ধা করিবার জন্য একটি শক্ত গাছে আবোহণ করিয়া আশ্রয়বন্ধা করে, কিন্তু ইহাব আশ্রয়দাতার নিকট হইতে আপনাদের আহ্বারের প্রত্যাশা রাখে না। মূলের সাহায্যে ইহাবা বলবান একটি আশ্রয়ে আবোহণ করে বলিয়া ইহাদিগকে **আরোহী** (Climbing) মূল বলা হয়। অনেক লতাগাছের আকর্ষ (Tendrils) এবং কাণ্ডবদ্ধাবাও এই কার্য সাধিত হয়। তাই বলিয়া উল্লিখিত মূল গুলিকে আকর্ষ মনেকবিও না অথবা আকর্ষগুলিকে আরোহী মূল বলিয়া ভুল করিও না।

(ঘ) শ্বাসমূল (Breathing roots বা Pneumatophores)—লোনা জলাভূমিতে কতকগুলি গাছ জন্মে , তাহাদের মূল জলমগ্ন থাকে বলিয়া মাটি হইতে পরিমিত বাতাস পায় না , তাই উহাদের শাখামূল বা প্রশাখা মূল হইতে কতকগুলি শঙ্কুর মত মূলের বহিত অঙ্গ মাটির উপরে খাড়া ভাবে উঠিয়া স্ব স্ব গাত্রস্থ ছিদ্র দিয়া বায়ুমণ্ডল হইতে বায়ু গ্রহণ কবে এবং শ্বাস কার্য চালায় । ইহাদিগকে শ্বাস (Breathing) মূল বলে ।

সুন্দর বন অঞ্চলে সূঁদবী, বেগুড়া, গবান, গঁও প্রভৃতির এইরূপ শ্বাসমূল দেখিতে পাওয়া যায় ।

(ঙ) বায়বীয় (Aerial) মূল—বান্সা, গুলঞ্চলতা বা গুড়ুচি প্রভৃতি বৃক্ষকলা গাছের (Epiphytes) কাণ্ড হইতে আস্থানিক মূল বাহির হইয়া, কতকগুলি আশ্রয়দাতাকে জড়াইয়া ধরে এবং কতকগুলি বাতাসে ঝুলিতে থাকে । যে গুলি বাতাসে ঝুলিতে থাকে তাহাদিগকে বায়বীয় মূল বলা হয় । বায়বীয় মূলের গায়ে ব্রটিং কার্গজের ন্যায় এক রকম পাতলা আবরণ (Velamen) থাকে । তাহা দ্বারা ইহারা বায়ু হইতে আহাব সংগ্রহ করে । পবে দেখিবে পত্রের একটি কাজ বায়ু হইতে আহাব সংগ্রহ করা । এখানে দেখিতেছ গাছের মূল ও পত্র উভয়েই বায়ু হইতে পান্য সংগ্রহ করে ।

(চ) পত্রমূল (Leaf root) পাথবকুঁচির পাতা কয়েকদিন ভিজা মাটিতে পড়িয়া থাকিলে ইহাব কিনারা হইতে মূল বাহির হইতে দেখা যায় । ক্রমে পাতাটির ঐ স্থানে একটি পাথবকুঁচির চাবার জন্ম হয় । পাথব কুঁচির পাতার এইরূপ মূলকে পত্র-মূল (Leaf-root) বলা হয় । এখানে পাথবকুঁচির পাতা বীজের ন্যায় কার্য করিতেছে

(ছ) ভাসমান (Floating) মূল—কোবদাম বা কৌচড়া গাছের কাণ্ডের গাঁট হইতে ভিজা তুলাব ন্যায় গোছা গোছা একপ্রকার মূল বাহির হয় । ইহাবা গাছটিকে ভাসাইয়া বাধিবার পক্ষে যথেষ্ট সাহায্য করে বলিয়া ইহাদিগকে ভাসমান মূল বলা হয় ।

(জ) **শোষকমূল (Haustoria)** স্বর্ণলতা বা আলোকলতার সবুজ পাতা নাই। ইহা বা অন্য একটি গাছে জন্মিয়া তাহার দেহের মধ্যে চুলেব মত সৰু মূল প্রবিষ্ট কবাইয়া দিয়া খাওয়া শোষণ কবে বলিয়া ইহাদেব ঐপ্রকার মূলকে **শোষকমূল** বলে।

কতকগুলি উদ্ভিদ অপব একটি গাছেব উপব বাস কবে। তাহাদের মধ্যে কেহ কেহ আশ্রয় বৃক্ষেব বন্ধ শোষণ কবিয়া খাওয়া গ্রহণ কবে, যেমন স্বর্ণলতা অন্য গাছ হইতে আপনাব শিকড় দিয়া আহাৰ্য সংগ্রহ কবে। ইহাদিগকে **পরভোজী (Parasite)** বলা হয়।

পরভোজী উদ্ভিদ দুই বকর—**আংশিক পরভোজী (Partial parasite)** এবং **সম্যক পরভোজী (Total parasite)**। বড় বড় আম গাছেব শাখায় একপ্রকার লতা জন্মাইতে দেখিবাছ কি? ইহাব ছোট ছোট লাল ফুল হয়। ইহাদেব নাম লোবেছাস (Lorenthus)। ইহাবা আশ্রয় বৃক্ষে মূল প্রবিষ্ট কবাইয়া উহাকে আঁকড়াইয়া থাকে, কিন্তু পাতাব দ্বাবাই খাওয়া সংগ্রহ কবিয়া লয়। ইহাবা আংশিক পরভোজী। পবে জানিতে পাবিবে বৃক্ষেব প্রায় প্রত্যেক অঙ্গ প্রত্যঙ্গই অপব অঙ্গ প্রত্যঙ্গেব কাজ কিছু না কিছু কবিতে পারে বা কবিয়া থাকে। **আলোক লতার** পাতা নাই। গোছা গোছা সূতাৰ মত দল বাধিয়া বাব্লা প্রভৃতি গাছেব উপব ইহাবা বর্নিত হয়। ইহাবা আশ্রয় বৃক্ষ হইতেই আপনাদেব খাওয়া শোষণ কবিয়া লয়। ইহাবাই **সম্যক পরভোজী**। তাহা হইলে বুঝিতে পাবিতেছ একটি গাছ অপব একটি গাছে উঠিলে উহাব তেজ কমাইয়া দিতে পাবে—কেবলমাত্র তাহাব আহাৰ্যে ভাগ বসাইয়া নহে—তাহাকে আঁকড়াইয়া তাহাব স্বচ্ছন্দতাব প্রতিবন্ধক হইয়াও বটে। বোন গাছেব উপব একপ আগাছা হইলে আগাছাটি নষ্ট কবিয়া ফেলা উচিত।

অবস্থান এবং পাবিপান্নিক অবস্থাভেদে মূলেব কার্যেব বিভিন্নতা লক্ষিত হইলেও মূলেব প্রধান কার্য দুইটি—(১) গাছেকে মাটির সহিত শক্ত কবিয়া আঁকড়াইয়া খাড়া বাগা এবং (২) মাটি হইতে খাণ্ডেব জল বস ও কাঁচা মাল

সংগ্ৰহ কৰা। মূল ৰোমই মাটি হইতে কাঁচা মাল সংগ্ৰহ কৰিয়া থাকে। তাহা ছাড়া মূলা, গাজৰ, শালগম, শতমূলী প্রভৃতিৰ মূলেৰ ন্যায় অনেক গাছেৰ মূলে পাত্ৰ সংগৃহীত থাকে।

ইহাদেৰ মনো এক এক বকম মূলেৰ এক একটি বিশিষ্ট আকৃতি আছে। মূলাৰ মত মনো মোটা ও ঢই দিক সৰু হইলে **মূলাকৃতি (Fusiform)**, শালগমেৰ মূলেৰ



১৫ নং চিত্ৰ—মূলা, শালগম, গাজৰ ও
শতমূলী

মত গোলাকাৰ মূলেৰ ঠিক নিচ হইতে একটি লম্বা সৰু লেজেৰ মত বাহিৰ হইলে তাকাকৈ **শালগমাকৃতি (Napiform)** এবং গাজৰেৰ মত উপৰ দিকে মোটা এবং নিচেৰ দিকে ক্ৰমাগত সৰু হইলে তাকাকৈ **গাজৰাকৃতি (Conical)** মূল বলা হয়। কোন কোন গাছেৰ গুল্ল মূলও পাত্ৰ সংগ্ৰহ কৰিয়া নোটা হয়। তখন তাহাদিগকে **কন্দাল (Tuberous)** মূল বলা হয়। শতমূলী শাকালু প্রভৃতি কন্দাল মূল।

মূলেৰ চাপ দিয়া শোষিত খাদ্য কাণ্ড

ও পাত্ৰ চালাই দেওয়া, খাসপ্রশ্বাসেৰ কাৰ্য কৰা, আৰোহণ কৰা, পানাব মত গাছেৰে জলে ভাসমান বাৰাণ্ড মূলেৰ কয়েকটি অপ্রধান কাৰ্য। পটোল, কুঁদৰি প্রভৃতিৰ মূলে বংশ বৃদ্ধিৰ কাৰ্যও হয়।

পৰীক্ষা কৰিয়া জানা গিয়াছে গাছেৰ জীবন বক্ষাব জন্তু প্রধানত দশটি মূল পদার্থেৰে প্রয়োজন, যথা :—অক্সিজেন, হাইড্ৰোজেন, অক্সিজেন, নাইট্ৰোজেন, ক্যালসিয়াম, পটাশিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, লৌহ, গন্ধক ও ফস্ফৰাস। ইহাদেৰ মনো কেবলমাত্ৰ অক্সিজেন পাত্ৰ সাহায্যে সংগৃহীত হয়। বাকি নবটি পদার্থ মূল দ্বাৰা কাঁচা মাল ৰূপে সংগৃহীত হয়। এই নবটি পদার্থ মাটিতে লবণৰূপে বৰ্তমান

থাকে। মাটির সহিত দ্রবণ প্রস্তুত কবিয়া যে বস প্রস্তুত হয় তাহাই গাছেবা মূলদ্বারা শোষণ কবে। কোন পদার্থ সহজে মাটির জলে দ্রব না হইলে মূল বোম হইতে একপ্রকার বস নির্গত হইয়া উহাদিগকে দ্রব কবিয়া বসে পবিণত করে। তখন গাছ মূল দিয়া ঐ বস শোষণ কবে।

কাণ্ড

গাছেব দৃশ্যমান প্রধান অঙ্গ কাণ্ড। মূলেব সহিত ইহাব সম্বন্ধ অবিচ্ছেদ্য। অনেক গাছেব মূল ও কাণ্ডেব সংযোগস্থল নির্ণয় কবা কঠিন। কাণ্ডেব নিকটতম মূলেব খানিকটা অংশকে কাণ্ড বলিয়া মনে হয় এবং মূলেব নিকটতম কাণ্ডেব খানিকটা অংশকে মূল বলিয়া মনে হয়। কিন্তু কাণ্ডে শাখা, প্রশাখা, পত্র, ফুল, ফল প্রভৃতি জন্মায়, মূলে এসব কিছুই জন্মায় না। কাণ্ড হইতেই পদ, সন্ধি, পার্শ্ব মুকুল এবং অন্তস্থ মুকুল প্রভৃতি বাহির হয় একথা পূর্বে জানিয়াছ।

কাণ্ডেব আকৃতি (Cross section), কাঠিন্য এবং কার্যকাৰিতা হিসাবে ইহাবা বহুবিধ শ্রেণীতে বিভক্ত হইতে পারে। তাল, নাবিকেল, খেজুর ও বাঁশ প্রভৃতি গাছেব কাণ্ড গোল হইলেও মসৃণতাব দিক দিয়া বিচাৰ কবিত্তে গেলে ইহাদেব মন্যে কত পার্থক্য দেখা যায়, ইহাদেব পবিধি কম বেশী তো আছেই। তেঁশিবা মনসা, হোগলা এবং মুখা গাছেব কাণ্ড ত্রিকোণাকার, আবাব হাড়ভাঙ্গা ও তুলসী গাছেব কাণ্ড চতুষ্কোণ কিন্তু কুমড়া গাছেব কাণ্ড কেমন ঢেউ খেলান গোছেব। কাণ্ডেব পরিধিৰ আয়তন ও আকার অনুসাবে এইরূপ কত প্রভেদ দেখা যায়। ধান গাছেব কাণ্ড ফাঁপা, গোল এবং গাঁট গাঁট হইলেও বাঁশেৰ মত শক্ত নহ।

কতকগুলি গাছেব কাণ্ড বেশ শক্ত, তাহাবা খাড়া থাকে। কিন্তু কতকগুলিৰ কাণ্ড দুর্বল তাহাবা খাড়া হইয়া থাকিত্তে পারে না—হয় মাটিতে লতাইয়া যায় নতুবা কোন একটি শক্ত জিনিষ আশ্রয় কবিয়া তাহাতে চড়িয়া থাকে। এই প্রকার গাছেকে সাধাবণত লতা (Creeper) বলা হয়। সিম, তরুলতা, অপবাজিতা প্রভৃতি লতা আপনাব কাণ্ড দ্বাবাই অপর আশ্রয়কে জড়াইয়া

ধরে। কিন্তু লাউ, কুমড়া, আঙ্গুর প্রভৃতি লতা আকর্ষ সাহায্যে আশ্রয়কে জড়াইয়া ধরে। বস্তুত এই সকল লতার আকর্ষ কাণ্ডেবই রূপান্তর।

সম্পূর্ণক উদ্ভিদ দিগকে কাণ্ডেব আকৃতি অনুসারে তিন শ্রেণীতে বিভক্ত করা যাইতে পারে। যথা :—(১) ওষধি (Herb), (২) গুল্ম (Shrub) ও (৩) বৃক্ষ (Tree)।

ওষধির কাণ্ড নবম, বসাল এবং ছোট। ধান, দোপাটী, মূলা, গাজর, কলা, আদা প্রভৃতি ওষধি। দোপাটী, ধান প্রভৃতি এক বৎসর জীবিত থাকে, মূলা, গাজর প্রভৃতি ভূনিম্নস্থ কাণ্ডে খাণ্ড সঞ্চয় কবিয়া দুই বৎসর জীবিত থাকে, কিন্তু কলা, আদা প্রভৃতির কাণ্ড মাটির নিচে থাকিয়া প্রতি বৎসরই তাহা হইতে নূতন গাছেব সৃষ্টি কবে।

জবা, করবী প্রভৃতি গুল্ম। ইহাদেব কাণ্ড খুব শক্ত কিংবা খুব নবম নহে। ইহাদেব একটি প্রধান কাণ্ড নাই। মনে হয় গোড়া হইতেই যেন কতকগুলি ডাল পালা বাহিব হইয়াছে। ইহারা দুই বৎসরের অধিক কাল বাঁচিতে পারে।

বৃক্ষের কাণ্ড যেমন বড় তেমন শক্ত হয়। বৃক্ষ বহুদিন বাঁচে, কিন্তু প্রতি বৎসর ইহাদেব কাণ্ড খোলস ত্যাগ কবে এবং সঙ্গে সঙ্গে কাণ্ডে একটি পর্দা পড়িয়া যায়। সুতরাং একটি গাছেব গুঁড়িকে চাকা কবিয়া কাটিলে ইহাতে প্রায় চক্রাকার যে বেখা দেখা যায় তদ্বারা গাছেব কাণ্ডে কতগুলি পর্দা পড়িয়াছে বুঝিতে পাওয়া যায় এবং সে হিসাবে গাছেব আনুমানিক বয়সও নির্ধারণ কবিতে পাওয়া যায়। তাল, নাবিকেল, খেজুর প্রভৃতির গুঁড়িতে এরূপ পর্দা বুঝিতে পাওয়া যায় না। ইহাদেব গুঁড়িতে শাখা প্রশাখাও জন্মায় না।

কাণ্ড সাধারণত মাটির উপর থাকে, কিন্তু হলুদ, আদা, ওল, পেঁয়াজ, আলু প্রভৃতির কাণ্ড মাটির নিচে থাকে বলিয়া অনেকে ইহাদিগকে মূল মনে করেন, প্রকৃত পক্ষে তাহারা রূপান্তরিত কাণ্ড। এই সকল কাণ্ডে গাছগুলি খাণ্ড সঞ্চয় কবিয়া রাখে এবং ইহা হইতে সময় গত নানা অঙ্গে বস ও খাণ্ড সঞ্চালিত কবিয়া দেয়।

আলু, ওল, হলুদ প্রভৃতির মত ভূনিম্নস্থ কাণ্ডদ্বিগকে মূল না বৃদ্ধিবাব কয়েকটি লক্ষণ এই—(১) ইহাদের গায়ে পাতলা আঁশের মত ছাল ও কুঁড়ি থাকে (২) ইহাদের মূলজা থাকেনা (৩) ইহাদের গা হইতে মূল ও কাণ্ড বাহির হয়।

ভূনিম্নস্থ কাণ্ড সাধারণত চারি প্রকার ; যথা :—

(১) রাইজোম (Rhizome)—ইহারা মাটিতে শায়িত অবস্থায় থাকে, মোটা ও শাঁসাল হয়, উপরদিকে পাতা বাহির হয় এবং মাটির উপর ঐ পাতা গুলি বর্ধিত হয়, নিচের দিকে মূল চলিয়া যায়। প্রতিবৎসব সময় ক্রমে পাতাগুলি শুকাইয়া যায় তখন ইহাদের বৃদ্ধি থাকে না। ইহা পর্ববর্তী বৎসবে আবার সময় মত পাতা গজায়। বাংলায় বিজ্ঞান লেখক স্বনামধন্য জগদানন্দ বায় মহাশয় কিছুকাল গাছের একরূপ নিষ্ক্রিয় থাকার ব্যাপারকে গাছের ঘুম বলিয়া বর্ণনা করিয়াছেন, তাঁহার সে প্রবন্ধ পড়িলে আবও কত গাছের একরূপ ঘুমের কথা জানিতে পারিবে। ইহাদের গায়ে গাঁট ও পর্বগুলি আঁশের মত পাতলা পাতা দিয়া ঢাকা থাকে। আদা, হলুদ, কলাগাছ প্রভৃতি ইহাব উদাহরণ।



১০ নং চিত্র—আদা

(২) ক্ষীতকন্দ (Tuber)—ভূনিম্নস্থ কাণ্ডের যে ক্ষীত অংশ প্রায় গোলাকার বা প্রায় ডিম্বাকার হয় ইহাতে শ্বেতসাব জাতীয় খাদ্য সঞ্চিত থাকে। ইহাব গায়ে যে চোখ থাকে সেই চোখগুলি কাটিয়া মাটিতে পুঁতিলে তাহা হইতে নূতন গাছ হয়। গোল-আলু ইহাদের দৃষ্টান্ত।



১১ নং চিত্র—গোল আলুর গাছ

(৩) কন্দ (Bulb)—ইহাবা দেখিতে ছোট একটি শঙ্কু (Cone) বা থালাব (Disc) আয়ত। ইহাদের উপর হইতে কতকগুলি মোটা মোটা শব্দপত্র একটি একটি

কবিয়া কাণ্ডকে ঘেবিয়া গুচ্ছাকাবে মাটির বাহিরে আসে। এই স্থানে প্রচুব



১৮ নং চিত্র - গুল ও পেঁয়াজ

খাণ্ড সঞ্চিত থাকে এবং এই সকল মোটা শঙ্ক-
পত্রের ডগা মাটির উপর ঘাইয়া সবুজ বর্ণ ধারণ
কবে, তাহাবাই আমাদের চোখে পড়ে।

কন্দ সাধারণত তিন প্রকারেব—(ক)
আবৃতকন্দ (Tunicated bulb)। ইহাব শঙ্ক
পত্রগুলি একটি আর একটিকে এমন ভাবে

জড়াইয়া আড়াল কবিয়া বাগে যে ভিতবেবটিকে দেখা যায় না। বাহিবের শঙ্ক-
পত্রগুলি ভিতবেব গুলি অপেক্ষা পাতলা। পিঁয়াজ, বস্তন ইহাদের দৃষ্টান্ত।

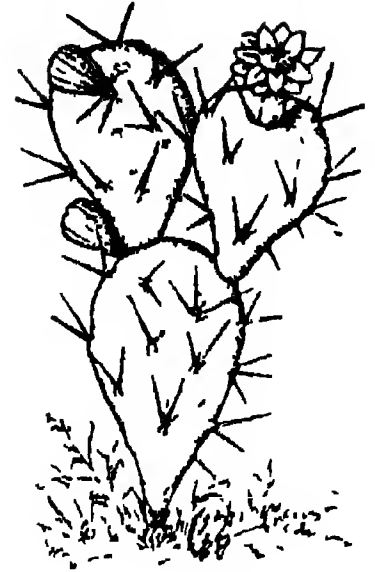
(খ) নগ্নকন্দ (Naked বা Imbricate bulb) ইহাদের কাণ্ডের গায়ে
পাতাব বোঁটাগুলি একটির পর একটি লাগিয়া থাকে মাত্র এবং কেহ কাহাকেও
ঢাকিয়া বাধেনা, পদ্ম, শালুক ইহাদের দৃষ্টান্ত।

(গ) উপকন্দ (Pseudo bulb) যে সব কন্দের পাতগুলি স্থায়ী হয়
তাহাদিগকে উপকন্দ বলা হয়। উদাহরণ—বাম্বা, মানকচু ইত্যাদি।

কাণ্ডের প্রধান কার্য ইহাব সঞ্চিত বস ও খাণ্ড সংরক্ষণ করা, সবুজ পত্র ধারণ
করা—যাহাতে সকল পত্রগুলিই অতি সহজে সূর্যালোক পাইতে পারে, এবং
পত্রে প্রস্তুত খাণ্ড বিভিন্ন অংশে প্রেরণ করা। কিন্তু অনেক সময় রূপান্তর পরিগ্রহ
করিয়া ইহাবা অন্তর্বিধ কার্যও কবিয়া থাকে। কুমড়া ও কুমকা লতাব আকর্ষ
এইরূপ কাণ্ডের রূপান্তর। এই আকর্ষ সাহায্যে ইহারা অল্প একটি শঙ্ক আশ্রয়কে
জড়াইয়া থাকে। বেলের কাঁটাও রূপান্তরিত কাণ্ড; ইহা দ্বারা বেলগাছ শত্রুর
আক্রমণ হইতে আপনাকে রক্ষা করে। ফণীমনসাব কাণ্ড চেন্টা হইয়া যাওয়ায়
পাতাব কার্য করিয়া থাকে।

মাটির নিচে আদা, হলুদ, গুল, পেঁয়াজ, আলু প্রভৃতি খাণ্ড সংরক্ষ
কবিয়া রাখে, গোলাপ, বেলফুলের গাছ, হাসনা হেনা প্রভৃতির কাণ্ড বংশ
বৃদ্ধিও করে।

গাছ পাতা দিয়া আহার্য প্রস্তুত করিয়া দেহেব সর্বত্র সঞ্চালিত কবে। তাহা হইলে নিশ্চয় ইহাদের দেহে খাদ্য সঞ্চালনেব দুই বকম পথ আছে। একরকম পথ দিয়া পত্র হইতে খাদ্য আসিয়া সর্ব দেহে সঞ্চালিত হয়। এই পথ গুলিকে **ফ্লোয়েম** (Phloem) বলে। অন্য রকম পথ দিয়া মূল হইতে খাদ্য উদ্ভিদেব সর্ব শরীবে ছড়াইয়া পড়ে। ইহাদিগকে **জাইলেম** (Xylem) বলে। যে কোন একটি নবম গাছেব—এব কচুগাছেব শিকড়ের দিক কাটিয়া বড়িন্ জল ডুবাইলে পাতাগুলিব শিবা পযন্ত বড়িন হইয়া উঠে। পাত্রব বড়িন্ জল ঐ জাইলেম দিয়া শরীবেব সর্বত্র ছড়াইয়া পড়ে। ইহাতে জাইলেমেব অস্তিত্ব বুঝা যায়।



১৯ নং চিত্র—ফণীমনসা

বীজ পত্রেব পার্থক্য উদ্ভিদেব কাণ্ডেব যে পার্থক্য সচবাচব পৰিলক্ষিত হয় তাহা নিম্ন দেখান হইল।

একবীজপত্রী

- ১। কাণ্ডে শাখা প্রায় হয় না।
- ২। আগাগোড়া প্রায় সমান মোটা হয়।
- ৩। অপেক্ষাকৃত বড় পাতা হয়।

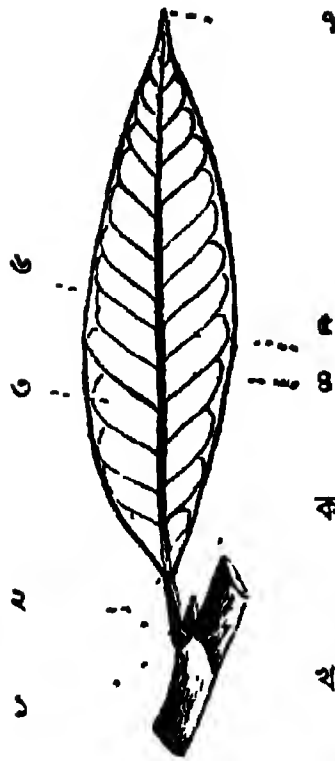
দ্বিবীজপত্রী

- কাণ্ডে শাখা প্রায়ই থাকে।
- আগা সূক্ষ ও গোটা নোটা হয়।
- পাতা সাধারণত খুব ছোট এবং সংখ্যায় অধিকতর হয়।

পত্র

গাছেব পাতা কাণ্ড, শাখা বা প্রশাখাৰ পার্শ্ব হইতে বাহিব হইয়া সূৰ্যেব দিকে ইহাদের অধিকতর অংশ প্রসারিত কবিয়া থাকে। সাধাবণত অধিকাংশ পাতা সবুজ বর্ণের পাতলা এবং চওড়া পাতের ন্যায়। একটি পৰিপূর্ণ পাতাব সাধাবণত তিনটি অংশ যথা :—ফলক (Blade), বৃন্ত (Stalk বা Petiole)

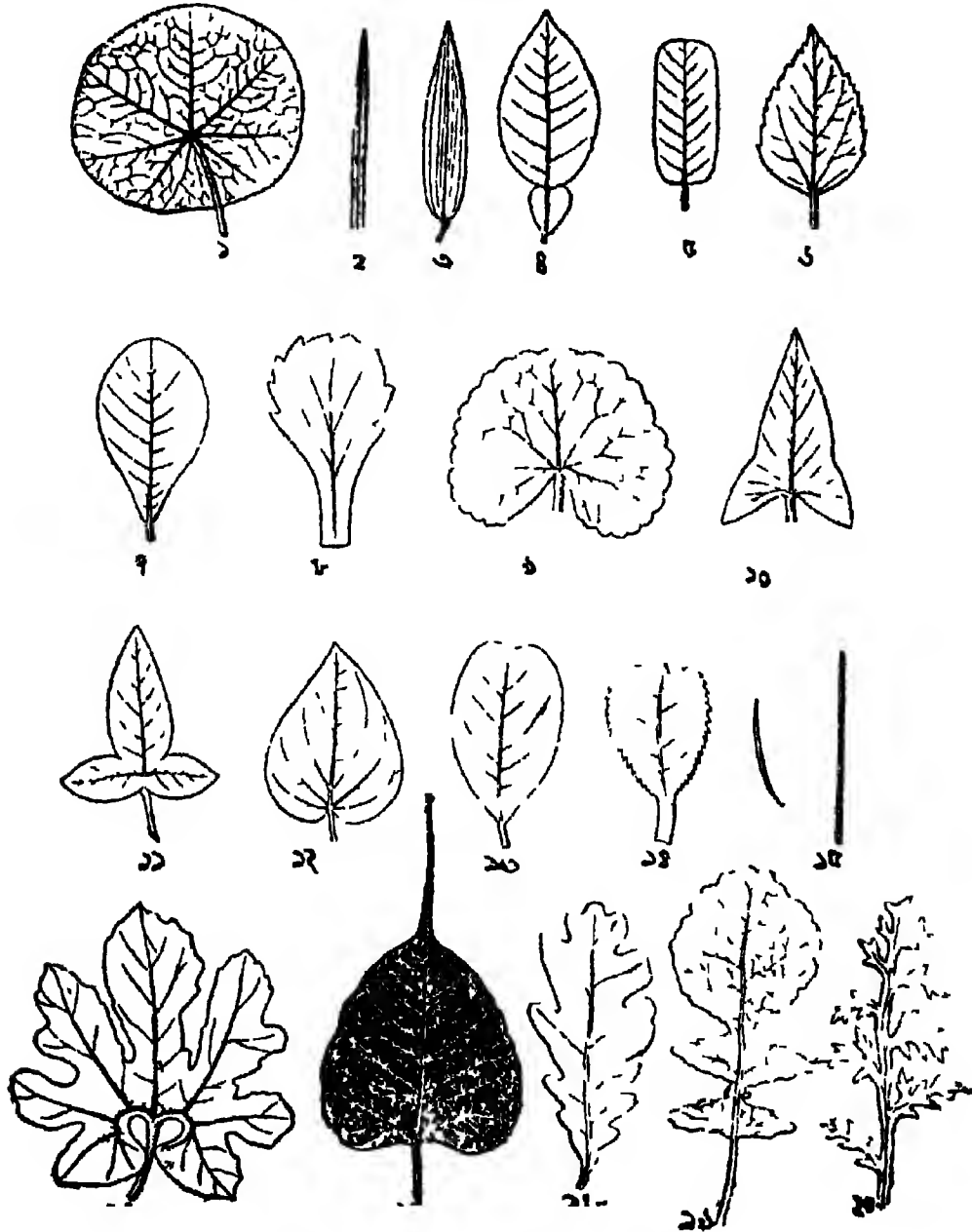
এবং বৃন্তমূল (Base)। যে অংশ ঠিক কাণ্ডের সহিত লাগিয়া থাকে তাহা



৭ বৃন্তের অপরাংশ অপেক্ষা ক্ষুদ্রতর হইলেও কিছু মূল। এই অংশকে (১) বৃন্তমূল (Base) বলা হয়। ফলকের ও বৃন্তমূলের মধ্যবর্তী অংশ (২) বৃন্ত (Petiole)। সকল সময়ে সকল পত্রে বৃন্ত নির্ধারণ করা যায় না—মটরের গাঁটে যে পাতা হয় তাহা ঠিক বৃন্ত বুঝা যায় না। কলাগাছ প্রভৃতির বৃন্তমূলও খুঁজিয়া বাহিব করা কঠিন। পত্রের সর্বাধিক অংশ সাধারণত পাতলা ও চওড়া হয়, ইহাই (৩) পত্র ফলক। এতদ্ভিন্ন চিত্রে একটি পত্রের (৪) মধ্য-শিরা (৫), সাধারণ-শিরা (৬) কিনারা ও (৭) পত্র-শীর্ষ দেখান হইল। ক একটি পার্শ্বমূল এবং খ একটি সন্ধি।

২০ নং চিত্র—পত্রের বিভিন্ন অংশ পত্র ফলকেব আকার, শীর্ষ এবং কিনারাগুলি আবার বহুবিধ হইয়া থাকে। ঝাড়, বন ঝাড়, পাইন প্রভৃতি গাছের পাতার সন্ধে পদ্ম পাতা বা কলা পাতার তুলনা করিলে একটিকে পত্র বলিলে অপরটিকে আর পত্র বলিয়া মনে হয়না। অথচ প্রকৃত পক্ষে তাহা সবলেই পাতা। ধানকুড় ও পদ্ম পাতার শীর্ষগুলি কেমন গোল। কিন্তু পান, কলমি বা কচু পাতার অগ্রভাগ কেমন সূচাল। অশ্বখ পাতার অগ্রভাগ আবার ইহাদেব অপেক্ষা কেমন সূচাল হইয়া খানিকটা বাড়িয়া গিয়াছে। কাঞ্চন পাতা আবার ঠিক বিপরীত। দেবদারু পাতার কিনারাগুলি কেমন ঢেউ-খেলান, আমগাছের পাতা কেমন নিটোল, আনারসের পাতা কাঁটায়ুক্ত, অথচ জবা পাতার কিনারা কেমন কাটা কাটা। ২১ নং চিত্রে কয়েকটি বিশেষ বিশেষ আকারের পাতা দেখান হইল। ধান গাছের মত লম্বা ফলক পাতাকে লম্বা (Linear) পত্র, বট পাতার মত আকৃতি বিশিষ্ট পাতাকে

ডিম্বাকৃতি (Egg-shaped বা Ovate), পানকে হরতনাকৃতি (Hart shaped), খালকুড়ের বা কাঞ্চন পাতাকে বৃক্ষাকৃতি (Kidney shaped বা Reniform), লাউকুমড়ার পাতাকে হংসপদাকৃতি (Crisped), কচু পাতার



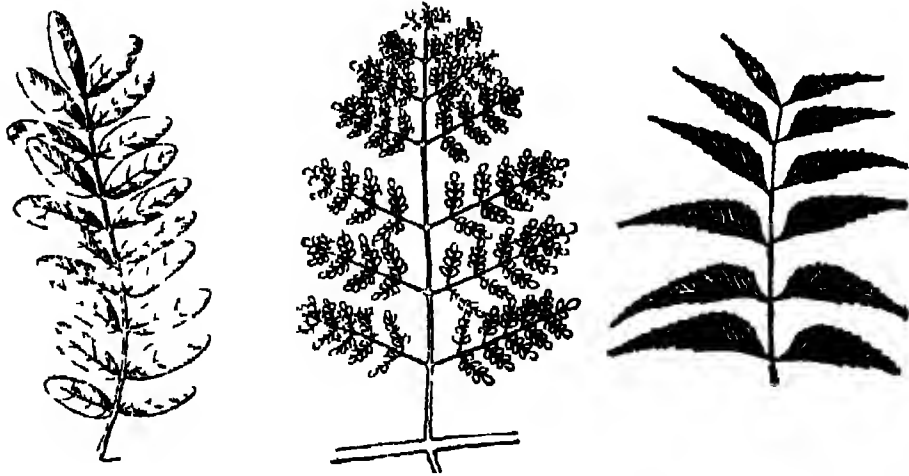
২১ নং চিত্র—বিভিন্ন রকমের পাতা

জায় পাতাকে বাণাকৃতি (Sagittate), আম জামের পাতাকে বনামাকৃতি (Lanceolate), পাইন গাছের পাতাকে সূচাগ্র (Ocular), পদ্মপাতাকে

চক্রপত্র (Round leat) বলা হয় । হাতের চোটোর মত পাতা, যথা :—সিমুল ভেরেণ্ডা প্রভৃতির পাতাকে **হস্তাকৃতি** (Palmate) পাতা বলে ।

পাতার ডগা (Apex) হিসাবেও ইহাদিগকে বিভিন্ন শ্রেণীতে ফেলা হয় । খেজুর ও পাইন পাতার ডগা সূচের মত তাই ইহা বা **সূচাগ্র** (Mucronate) অশ্বখপাতা **দীর্ঘশীর্ষ** (Acuminate), আম, জাম পাতা **তীক্ষ্ণাগ্র** (Accute) ইত্যাদি ।

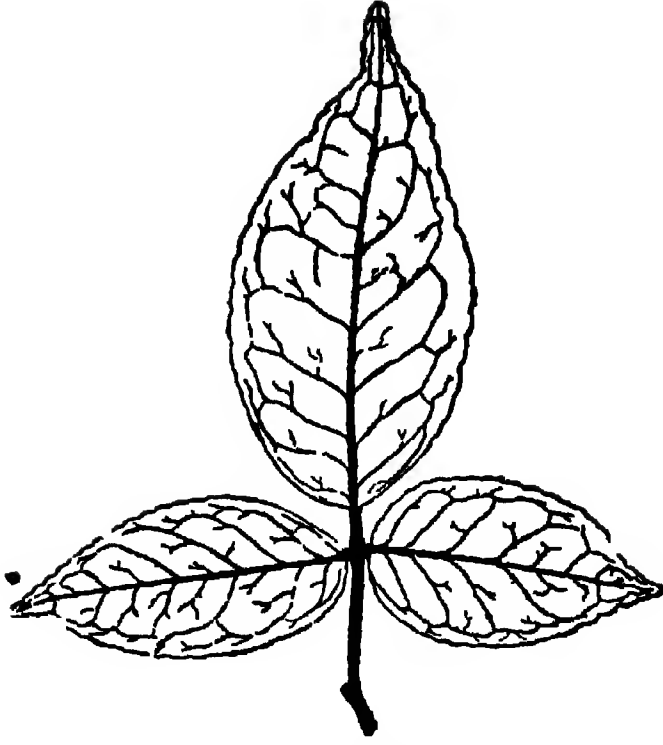
বৃন্ত বা কাণ্ডে কিংবা শাখা প্রশাখায় পত্রবিন্যাস কত বিভিন্ন বকমেব দেখা যায় । কলাগাছেব পাতা, কাণ্ডে যেমন ভাব লাগিয়া থাকে আমগাছেব পাতা ঠিক সেরূপ ভাবে থাকে না । জবা গাছেব প্রতি গাঁটে বিপবীত দিকে পত্র বাহিব হয়, বঙ্গন গাছে একটি গাঁটে দুটি পাতা বিপবীত দিকে নির্গত হয় এবং কববী গাছেব প্রত্যেক গাঁটে কেমন ঘূবিয়া ঘূবিয়া পাতা বাহিব হয় । একটু লক্ষ্য করিলে বুঝিতে পারিবে যে গাছেব একটি গাঁটে যত বেশী পাতা বাহিব হয়, পাতা আকারে তত ছোট হয় ।



২২ নং চিত্র—তৈতুল, সজনী ও নিম পাতা

আমের একটি বৃন্তে মাত্র একটি পাতা থাকে কিন্তু বেল, গোলাপ, নিম তৈতুল প্রভৃতি গাছেব একটি বৃন্তে একাধিক পত্র থাকে—কখনও জোড় সংখ্যক কখনও বিজোড় সংখ্যক । নিম, গোলাপ, বেলের একাধিক বিজোড় সংখ্যক

পত্র একটি বৃন্তে থাকে। কিন্তু তেঁতুল, কৃষ্ণচূড়া প্রভৃতির বৃন্তে জোড় সংখ্যক

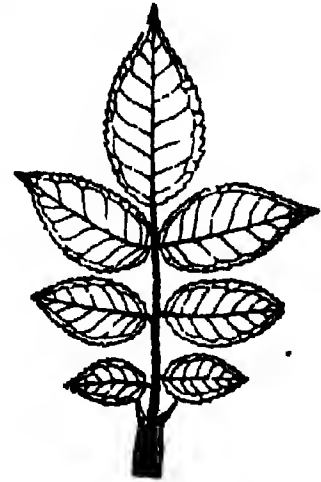


২৩ নং চিত্র—বেলপাতা

পত্র থাকে। যে সকল গাছের একটি বৃন্তে একটি পাতা হয় তাহাদের পাতাগুলি **সবলপত্র** (Simple leaf) এবং একটি বৃন্তে একাধিক পত্র থাকিলে তাহাকে **যুক্তপত্র** (Compound leaf) বলা হয়। আম, কাঁটাল প্রভৃতির পাতা সবলপত্র, কিন্তু নিম, শিমূল, গোলাপ, তেঁতুল, শজন প্রভৃতিব যুক্ত পত্র। এইরূপ এক একটি যুক্তপত্রের ফলককে **অনুফলক** (Leaflet) বলে। এক একটি

অনুফলককে পৃথক করিলে এক একটি পত্রের মত দেখায়।

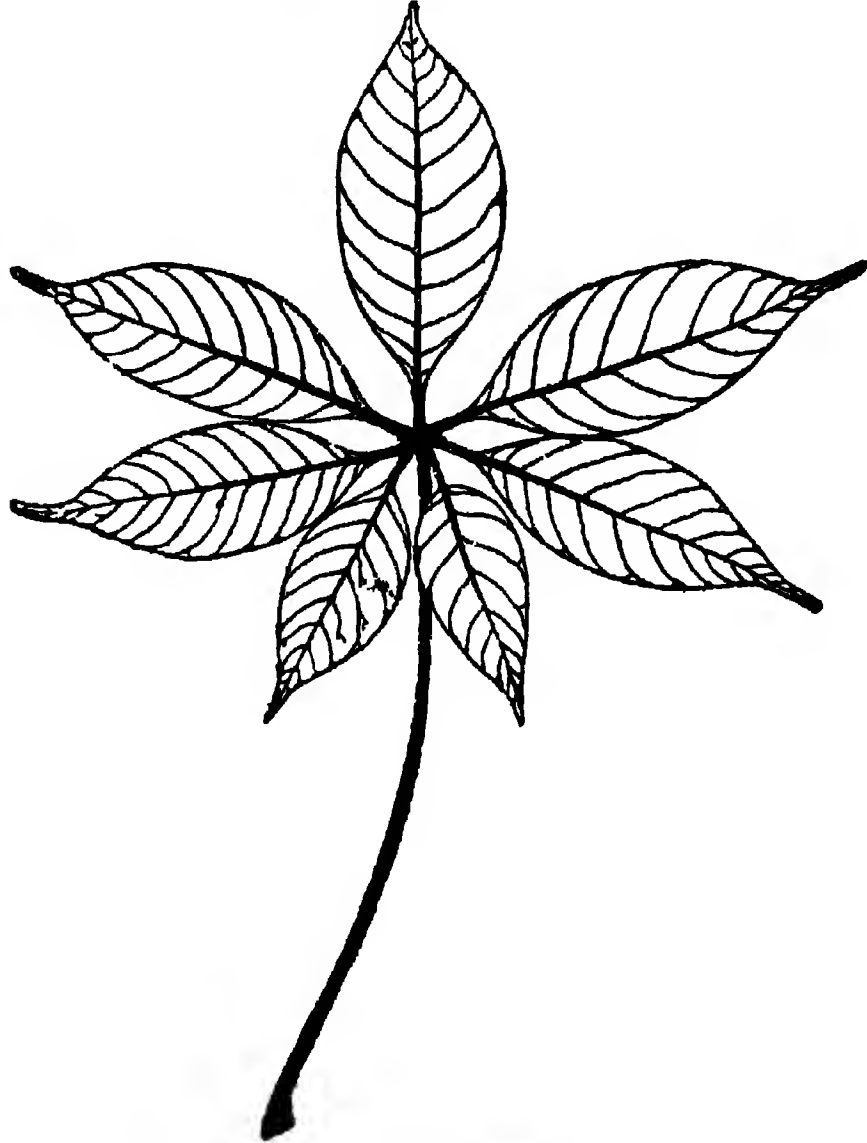
আকৃতি অনুসারে পত্রে শিবাবিন্যাস কত বিভিন্ন বকমেব হইয়া থাকে। কখনও একটি পাতায় একটি প্রধান শিবা, কখনও বা একাধিক প্রধান শিবা থাকে। ইহা ছাড়া প্রত্যেক পাতায় অসংখ্য সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম শিরাও থাকে। আম, জাম, কাঁটাল প্রভৃতিব একটি **মধ্যশিরা** (Mid-rib) হইতে আবাব সূক্ষ্মতর শিবা এবং সে গুলি হইতে আবও কত সূক্ষ্মতর শিবা চারিদিকে জালের মত ছড়াইয়া আছে। ইহার জাল শিরা। বাঁশ, আনারস, আখ, ধান প্রভৃতিব



২৪ নং চিত্র—গোলাপ পাতা

পাতার শিরাগুলি এরূপ নহে। ইহাদের মধ্যশিবা বলিয়া কিছু নাই—সব শিরাগুলি

সমান অথচ প্রায় সমান্তরাল (Parallel)। সমান্তরাল শিবা দুই বক্ৰম, কলাপাতার শিবা সমান্তরাল পালক শিবা (Parallel pinnate), আর বাঁশ ইত্যাদির পাতার শিবা, সমান্তরাল করতল (Parallel palmate) শিবা। লাউ কুমড়ার শিবা জাল করতল শিবা (Reticulate palmate)।



২৫ নং চিত্র—শিমুল পাতা

এই শিবির ভ্রূ পাতা শক্ত হয়। অশ্বখ পাতা পচিয়া গেলেও ইহার শিবা-গুলি কেমন জালের মত দেখিতে হয় তাহা তোমাদের অনেকেই দেখিয়া থাকিবে। তাহা হইলে শিবাগুলি পাতার অগ্র অংশ হইতে শক্ত বলিয়া ইহা পাতাকেও শক্ত

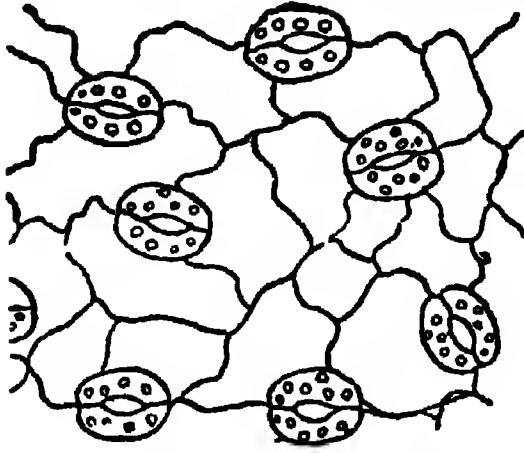
কবে। এই শিরার জগুই কোন পাতাকে ইচ্ছামত যে কোন দিক হইতে সহজে ছিঁড়িয়া ফেলা যায় না। ইহা ছাড়া এই সকল শিবা দিয়া উদ্ভিদ পাতায় প্রস্তুত খাদ্য দেহেব অন্ত্র পাঠাইয়া দেয় এবং মূল দ্বারা আহৃত খাদ্যও এই শিরা সকল দিয়া পাতা পর্যন্ত ছড়াইয়া দেয়।



২৬ নং চিত্র—ভেবেণ্ডা পাতা

প্রায় সকল পাতারই উপর দিক অর্থাৎ যে দিক সূর্যেব দিকে থাকে তাহা মসৃণ এবং নিচেব দিক অপেক্ষাকৃত খসখসে। পাতার নিচের দিকে অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র রন্ধ থাকে তাহাদের নাম ষ্টোমা (Stoma)। এই ষ্টোমাই ইহাদের ন্যাসিকার কার্য চালায়—অবশ্য গাছের প্রত্যেক কোষ দিয়া খাস কার্য চলিতে

পারে। ষ্টোমাগুলি বন্ধ হইয়া গেলে শ্বাসপ্রশ্বাসেব কষ্ট হয়—অবশেষে গাছ



২৭ নং চিত্র—ষ্টোমা

নিশ্চেষ্ট হইয়া মরিয়া বাইতে পারে।

তাই পাতায় ধূলা কাদা লাগিলে পাতা-

গুলি ধুইয়া দেওয়া উচিত। আমাদের

দেহের লোমকূপেব মতই ষ্টোমাগুলি

অতিকুদ্র—খালি চোখে দেখা যায় না।

অণুবীক্ষণ যন্ত্রে ইহাদিগকে দেখিতে

পাওয়া যায়।

ষ্টোমাব দুই পাশে দুইটি কোষ থাকে

তাহাবা সূর্যালোকে প্রসারিত অথবা তাহাব অভাবে সংকুচিত হইয়া ষ্টোমাব

আয়তন যথাক্রমে বাড়াইতে ও কমাইতে পারে বলিয়া ইহাদিগকে রক্ষীকোষ

(Guard cell) বলা হয়। রক্ষী কোষেব মধ্যে নিউক্লিয়াস ও এক প্রকাব সবুজ

কণা থাকে। সবুজ কণাগুলিকে পত্র-হরিৎ (Chlorophyll) বলা হয়।

পাতাব প্রধান কাজ তিনটি—(১) অঙ্গাব আশ্রকবণ (Carbon assimilation)

বা আলোক সংশ্লেষ (Photo Synthesis), (২) শ্বাসকার্য (Respiration) ও (৩)

প্রস্বেদন (Transpiration)।

অঙ্গাব আশ্রকবণ প্রক্রিয়াটিকে বন্ধনেব সহিত তুলনা কবা যাইতে পারে।

পূর্বে বলা হইয়াছে মূল দিয়া গাছ আহাৰ্যেব কাঁচা মাল বস সংগ্রহ কবিয়া কাণ্ড

মধ্যস্থ নালী এবং পত্রের শিবা দিয়া পত্রে ছড়াইয়া দেয়। এইখানে ষ্টোমা দিয়া

পাতাগুলি বায়ু হইতে কার্বন ডাই অক্সাইড সংগ্রহ কবে এবং রক্ষী কোষের দ্বারা

সূর্যালোক টানিয়া লয়। সূর্যালোক এবং ক্লোরোফিলেব বর্তমানে রস ও কার্বন-

ডাই-অক্সাইডে যে বাসায়নিক ক্রিয়া ঘটে তাহাব ফলে ফরম্যালডিহাইড

(Formaldehyde) নামক পদার্থ ও অক্সিজেন উৎপন্ন হয়। অক্সিজেন রক্ত পথে

নির্গত হইয়া যায়। ফরম্যালডিহাইড শর্কবায় পরিণত হয় ও জীবিত কোষ পুষ্ট

কবিবার জন্ত দেহেব বিভিন্ন অংশে প্রেরিত হয়। বাকি ফরম্যালডিহাইড

প্রোটোপ্লাজম সাহায্যে খেতসারে পরিবর্তিত হয়। রাত্রে ঐ খেতসার কিন্তু পুনরায় শর্করায় পরিবর্তিত হয় এবং বিপরীত প্রক্রিয়া চলে।

তাহা হইলে এখানে যদি পাতাকে উদ্ভিদের রন্ধন শালা ধরা হয় তবে ষ্টোমা গুলি উহার জানালা, সূর্যালোক আশ্রয়, ক্লোরোফিল বাঁধুনী এবং রস ও কার্বন-ডাই-অক্সাইড খাওয়ার উপকরণ।

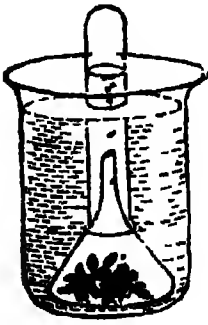
শশা, ডুমুর, কুমড়া প্রভৃতির পাতায় দেখিয়াছ কেমন ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র গুঁয়া থাকে। অথচ আম, জাম, কাঁটাল, অশ্বথ, বটের পাতা কত মসৃণ। এই গুঁয়া থাকায় ইহার শত্রুর হাত হইতে আত্মরক্ষা করে। বিছুটির গুঁয়া কিরূপ যন্ত্রণাদায়ক তোমরা অনেকেই জান। আনাবস, ঘৃতকুমারী প্রভৃতির পাতার কাঁটাও আত্মরক্ষার পক্ষে বিশেষ উপযোগী। অনেক সময় পাতার বস ও গাছকে শত্রুর আক্রমণ হইতে রক্ষা করে। লেবু, কালমেঘ প্রভৃতির পাতা এ জন্ত উল্লেখযোগ্য। গাঁদাল পাতার তীব্র গন্ধেও ইহার নিকটে শত্রু আসিতে পাবে না। ওল, কচু প্রভৃতির পাতা এত কুটকুটে যে মানুষের গায়েব চামড়ায় ইহাদের বস লাগিলে গা পর্যন্ত কুটকুট করে।

পাতা রূপান্তরিত হইয়া অগ্র অনেক কাজ করিয়া থাকে। ফণীমনসা গাছেব কাঁটাগুলি ইহার রূপান্তরিত পাতা ছাড়া আর কিছুই নয়—ইহার দ্বারা ইহা আত্মরক্ষা করে। মটর গাছেব আকর্ষ পাতার রূপান্তর, ইহাদ্বারা ইহা আশ্রয়কে আঁকড়াইয়া ধরে। বাঁঝিব পাতায় পোকা থাকড ধবিবাব ফাঁদের বন্দোবস্ত আছে। পাথব কুঁচিব পাতায় চারা জন্মায়।



পত্রহরিৎ সূর্য্যকিরণের সাহায্যে কার্বন-ডাই-অক্সাইড্ হইতে কার্বনটুকু গ্রহণ করিয়া সংগৃহীত রসের সাহায্যে গাছেব দেহ পুষ্ট করে এবং অক্সিজেন- ২৮ নং চিত্র—মটরের আকর্ষ বাষ্প বায়ুতে ছাড়িয়া দেয়। উদ্ভিদ যে কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্রহণ করিয়া অক্সিজেন ত্যাগ করে, তাহা নিম্নলিখিত পরীক্ষা হইতে বুঝা যায়।

একটি বড় কাচের পাত্রে কিছু সবুজ শেওলা রাখিয়া উহার উপর একটি কাচের ফানেল উপুড় করিয়া দাও। কাচের পাত্রটি কার্বন-ডাই-অক্সাইড্ বাষ্প মিশ্রিত জল (বাজারেব সোডা ওয়াটার) দিয়া প্রায় পূর্ণ করিয়া দাও, যেন ফানেলটি সম্পূর্ণ ভাবে ঐ জলে ডুবিয়া থাকে। পরে একটি জলপূর্ণ পরখ-নলী ফানেলের নলের উপর এরূপভাবে বসাইয়া দাও, যেন ইহাতে কোনরূপে বাতাস না প্রবেশ করে। পাত্রটিকে এই অবস্থায় কয়েক ঘণ্টা বোদ্ধে রাখিয়া দাও। পরে



২২ নং চিত্র—উদ্ভিদ ও
বায়ু

দেখিতে পাইবে যে, শেওলা হইতে বৃদ্ধুদ বাহির হইয়া পরখ-নলীর ভিতর জমিতেছে এবং উক্ত নলীর জল নিচে নামিয়া যাইতেছে (২২ নং চিত্র)। পরখ-নলীটি এরূপে বায়ুপূর্ণ হইলে নলীর মুখ আঙ্গুল দিয়া বন্ধ করিয়া উহাকে বাহিরে আন। উহার মধ্যে একটি নির্বাপিত-প্রায় দেশালাই কাঠি ফেলিয়া দিলেই তাহা উজ্জ্বল হইয়া জলিবে। অতএব পরখ-নলীর মধ্যস্থিত বায়ু অক্সিজেন ভিন্ন আব কিছু নহে।

তাহা হইলে পত্রগুলি বৃদ্ধুদরূপে অক্সিজেন ত্যাগ করিতেছিল।

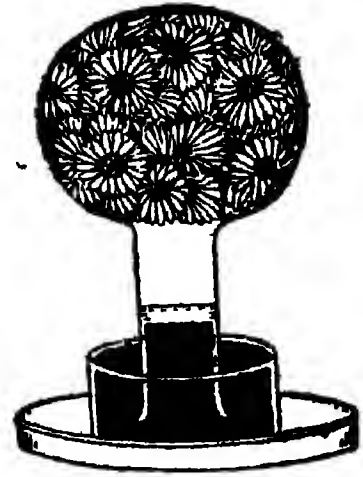
অন্ধকার স্থানে এই পরীক্ষা করিলে এরূপ কোনও বৃদ্ধুদ উঠে না। অর্থাৎ যে ক্রিয়ায় উদ্ভিদ বায়ুস্থ কার্বন-ডাই-অক্সাইড্ বাষ্পের কার্বন গ্রহণ করত অক্সিজেন ছাড়িয়া দিয়া কার্বনাংশের দ্বারা স্বীয় দেহ পুষ্ট করে, তাহা সূর্যের আলো ও তাপ ব্যতীত হইতেই পাবে না। এইজন্য সূর্যকিবণ উদ্ভিদ জীবনের পক্ষে নিতান্ত প্রয়োজনীয়। দেখ, রোদ্দ ও উত্তাপ পাইলে গাছ যেমন সজীব থাকে, অন্ধকারে সেরূপ থাকে না। ঘাসের উপর একটি পাত্র উপুড় করিয়া রাখিলে কয়েক দিন পরে আলো না পাইয়া ঘাসগুলি সাদা হইয়া যাইবে।

প্রাণিগণের ত্রায় উদ্ভিদগণের শরীরেও ভাঙ্গাগড়া কার্য নিয়তই চলিতেছে। তাহার ফলে উদ্ভিদগণও কিয়ৎপরিমাণ কার্বন-ডাই-অক্সাইড্ ত্যাগ করে। দিবা-ভাগে উদ্ভিদেয়া যে পরিমাণ কার্বন-ডাই-অক্সাইড্ ত্যাগ করে, নিজেদের অঙ্গপুষ্টির জন্ত তাহা অপেক্ষা অনেক বেশী কার্বন-ডাই-অক্সাইড্ বায়ু হইতে গ্রহণ করত

উহার অক্সিজেন ছাড়িয়া দেয়, কিন্তু বাত্রিকালে সূর্যকিরণের অভাবে এরূপভাবে অক্সিজেন ছাড়িতে পাবে না, কেবলমাত্র কার্বন-ডাই-অক্সাইড্ ত্যাগ কবে। এই জন্য রাত্রে বৃক্ষতলে শয়ন করিলে শরীর অস্বস্থ হইতে পাবে।

এখন তোমরা দেখিলে, প্রাণী ও উদ্ভিদ দ্বারা বায়ুস্থ অক্সিজেন ও কার্বন-ডাই-অক্সাইডেব পরিমাণ-সামঞ্জস্য কিরূপে বক্ষিত হইতেছে। প্রাণিগণ অক্সিজেন গ্রহণ কবিয়া কার্বন-ডাই-অক্সাইড্ বাতাসে ছাড়িয়া দিয়া বায়ুকে সর্বদা দূষিত কবিতোছে, আর উদ্ভিদগণ সূর্যকিরণেব সাহায্যে সেই কার্বন-ডাই-অক্সাইড্ গ্রহণ কবত অক্সিজেন ছাড়িয়া দিয়া বায়ুকে পবিত্রত বাখিতোছে এবং গৃহীত কার্বনাংশ দ্বারা শ্বীয় শরীরেব পুষ্টিসাধন কবিতোছে। এই বিনিময়েব ফলেই প্রাণী ও উদ্ভিদের জীবন রক্ষিত হইতেছে।

গাছেব শ্বাসকার্য (Respiration) পরীক্ষা করিবাব জন্য একটি ফ্লাস্কে কতকগুলি বোঁটাকাটা টাটকা ফুল ঢুকাইয়া দাও। ফ্লাস্ক উপুড় করিলে ফুলগুলি যেন পড়িয়া না যায়। একটি বড় খালার মত পাত্রেব উপর একটি গভীর পাত্রে কিছু পানি লও। ঐ পানির উপর ফ্লাস্কটি উপুড় কবিয়া দাও। এইবাব একটি ববাবেব নলের সাহায্যে থানিকটা কষ্টিক পটাশেব ঘন দ্রবণ ফ্লাস্কের মধ্যে প্রবেশ করাইয়া কয়েক ঘণ্টা অপেক্ষা কর। পরে দেখিবে ফ্লাস্কের মধ্যে পানি উঠিয়া যাইবে। ফ্লাস্কের মধ্যে পূর্বে যে বায়ু ছিল তাহা হইতে ফুল অক্সিজেন গ্রহণ কবিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড্ ত্যাগ করে, কিন্তু কষ্টিক পটাশ দ্রবণ ঐ কার্বন-ডাই-অক্সাইড্ শোষণ করায় পানি ভিতরে উঠিয়া যায়। মনে রাখিও উদ্ভিদ দিনের বেলায় অক্সিজেন ত্যাগ কবে ও কার্বন-ডাই-অক্সাইড্ টানিয়া লয় কিন্তু রাত্রে ইহার বিপরীত প্রক্রিয়া চলে। টোমা দ্বারা উদ্ভিদগণ কার্বন-ডাই-অক্সাইড্ পাতার ভিতরে টানিয়া লয়।



৩০ নং চিত্র—পাতার শ্বাসকার্য

প্রশ্বসদন (Transpiration)—গাছের পাতা আরও একটি কাজ করিয়া

থাকে। শিকড় দিয়া খাত্ত গ্রহণ কালে ইহারা মাটি হইতে প্রয়োজনাতিরিক্ত জল টানিয়া লয়। পবে পাতার সাহায্যে উহাকে বাষ্পীভূত অবস্থায় বায়ু মণ্ডলে ছাড়িয়া দেয়।

একটি ছোট গাছের চাবাব গোড়াব দিক একটি ববারেব চাদবের ভিতব ঢুকাইয়া গোড়াটি একটি ছোট গামলায় বন্ধিত মাটিতে পুঁতিয়া দাও। কয়েক



৩১ নং চিত্র—প্রস্বেদন

দিন পবে গাছটি লাগিয়া গেলে ববারেব চাদবটি গামলায় দড়ি বা সূতা দিয়া বাঁধ। যদি ববারেব ছিদ্র বড় হওয়ায় গাছের পাশে ববারেব চাদরের মধ্যে ফাঁক থাকিয়া যায় তবে তুলি দিয়া বন্ধ কব। পবে একটি বড় কাচের প্লেটেব উপব গামলাটি বাখিয়া গাছ ও গামলাকে একটি বড় বেলজাবে চাপা দিয়া বাখিয়া দাও। পবদিন দেখিবে বেলজাবেব গায়ে জল বিন্দু জমিয়া যাওয়ায় বেলজাবেব কাচ ঈষদচ্ছ হইয়া উঠিয়াছে। ঐ জলবিন্দু নিশ্চয়ই ঐ গাছটির পাতা হইতে নির্গত হইয়াছে। ইহাকে গাছের **প্রস্বেদন** প্রক্রিয়া বলে। যদি মাটি হইতে কোন জলীয় বাষ্প উঠিয়া থাকে তবে তাহা ববারেব ভিতব আটকাইয়া যাইবে।

কলস উদ্ভিদ (Pitcher plant) নামে এক প্রকাব গাছের পাতার মধ্যশিবা সূতার মত লম্বা হইয়া শীর্ষে একটি কলসীব মত পাত্রেব আকার ধারণ কবে। পাত্রটির মধ্যে মিষ্ট বস থাকে এবং উহাব মুখ রঙিন আবরণ দ্বারা ঢাকা থাকে। কীট পতঙ্গ লোভে পড়িয়া ঐ বস পান কবিতো আসিলে উহারা পাত্রেব মধ্যে পিছলাইয়া পড়ে এবং প্রাণ হারায়। তখন ঐ কলসের এক প্রকার বস নির্গত হয়, উহা কীট পতঙ্গদিগকে জীর্ণ করিয়া ফেলে এবং উদ্ভিদ ঐ পতঙ্গের দেহ হইতে নাইট্রোজেন সংগ্রহ করে। এইরূপ উদ্ভিদদিগকে **পতঙ্গভুক** (Insectivorous) বলে। আমাদের দেশের পুকুরেব এক প্রকার কাঁচি অম্বরূপ উপায়ে নাইট্রোজেন সংগ্রহ করে।

ফুল

আমাদের দেশে সাধারণত শরৎ এবং বসন্ত কালে অনেক রকমের ফুল ফুটিয়া থাকে। গাছ যখন বেশ সবল ও পরিপুষ্ট হইয়া উঠে তখন নির্দিষ্ট ঋতুতে নির্দিষ্ট গাছে ফুলের কুঁড়ি দেখা দেয়। কিন্তু এমন অনেক গাছ আছে যাহাতে বাব মাস ফুল ফুটে। ফুলের সুগন্ধ এবং সৌন্দর্য আমাদের আকৃষ্ট করে। ফুল বিবাতাব এক অপূর্ব সৃষ্টি। ইহার জায় মনোমুগ্ধকর সুন্দর জিনিষ জগতে আর নাই। ফুলের সৌন্দর্য পাপড়িতে। বিচিত্র বর্ণ সম্পদে সম্বিজিত হইয়া কুঁড়ি হইতে যখন পাপড়িগুলি আত্মপ্রকাশ করে তখন কেবল মানুষ নহে কত ইতর প্রাণীও আকৃষ্ট হইয়া মুগ্ধভাবে ইহার পাশে ঘুবিয়া বেড়ায়।

একটি বোঁটা হইতে কোন প্রকার গাছে একটি ফুল হয় আবার কোন প্রকার গাছে একটি বোঁটা হইতে বহু ফুল ধরে। শেযোক্ত প্রকারের ফুলের সমগ্র বোঁটাকে **মঞ্জরী** (Inflorescence) বলে।

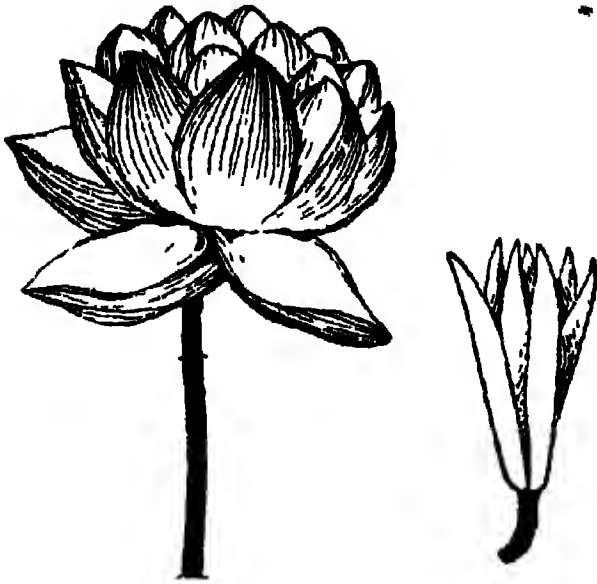
একটি ফুল লইয়া পর্যবেক্ষণ করিলে বুঝা যাইবে কেবল মাত্র পাপড়িই ফুলের সমস্ত অংশ নহে। একটি ফুলের সাধারণত চারিটি অংশ, যথা :—(১) কুণ্ড বা **বৃত্ত্যংশ** (Sepal), এবং **কুণ্ডসমষ্টি** বা **বৃতি** (Calyx), (২) **পাপড়ি** (Petal) এবং পাপড়ির সমষ্টি **অন্তরাবরণ** বা **পুষ্প মুকুট** (Corolla), (৩) **পরাগ কেশর** বা **পুং কেশর** (Stamen) ও (৪) **গর্ভকেশর** বা **স্ত্রী কেশর** (Carpel)।

একটি ফুলের বোঁটা ধরিয়া উপর দিকে ধবিলে ফুলের সবচেয়ে নিচের অংশটি অর্থাৎ ঠিক বোঁটার উপরকার অংশটিই বৃতি। ইহার বর্ণ সাধারণত সবুজ। যখন ইহা খণ্ডে খণ্ডে বিভক্ত থাকে তখন এক একটি খণ্ডকে **বৃত্ত্যংশ** (Sepal) বলে। যখন ফুল কুঁড়ি অবস্থায় থাকে তখন এই বৃত্তিরূপ কোঁটার মধ্যে সমগ্র ফুলটি আপনাকে গুটাইয়া আত্ম গোপন করিয়া থাকে। তখন ফুলের মনোহাবিভ বা নূতন বর্ণ থাকে না। যত দিন যায় তত বৃতির মুখ ফাটিয়া যায় এবং ফুলের পাপড়ি বাহির হয় এবং বর্ণ সম্পদে ও সৌরভে সমৃদ্ধ হইয়া উঠে। বহু ফুলের বোঁটা ও বৃতির সংযোগ স্থলে ছোট ছোট পাতার মত এক প্রকার অংশ দেখিতে

পাওয়া যায়—ইহাদের বর্ণ সাধারণত বৃত্তির বর্ণের জায়। ইহাদিগকে **বৃন্তপত্র** (Bract) বলে।

লক্ষ্য করিলে দেখিবে একটি জবা ফুলের ঠিক বোটার উপরেই খুব ছোট কতগুলি পাতার মত জিনিষ ছড়াইয়া আছে; ইহা বৃন্তপত্র। ইহাদের উপর হইতে ফুলের আরম্ভ। ইহার উপর সবুজ বর্ণের একটি বাটির মত জিনিষ থাকে যাহার ভিতর কুঁড়ি অবস্থায় ফুল ঢাকা থাকে। কাল ক্রমে এই বাটি ফাটিয়া গেলে বড়িগ পাপড়ি বাহির হয়; ইহাই জবা ফুলের বৃত্তি।

বৃত্তির পরেই ফুলের (২) **পাপড়ি** (Petal), বা পাপড়ির সমষ্টি **অন্তরাবরণ** বা **পুষ্প মুকুট** (Corolla)। পাপড়িগুলি কখনও কাটা কাটা হয়, কখন কখন একসঙ্গে যুক্ত হইয়া বৃত্তির মত একটি হইয়া থাকে। কাটা কাটা এক একটি অংশকে **পাপড়ি** (Petal) এবং উহাদের সমষ্টিকে **দল** বা **পুষ্প মুকুট** (Corolla) বলে। ফুলের এই অংশই সর্বাপেক্ষা স্নন্দর। বর্ণ সম্পদই বল আবার



৩২ নং চিত্র—পদ্ম ও টাপা

দেখায়। জবা এবং মালতী ফুলে পাঁচটি, সরিষা ফুলে চারিটি, আতা ও কাঁটাল ফুলে তিনটি করিয়া পাপড়ি থাকে। আবার গোলাপ ফুলে এক থাকে পাঁচটি করিয়া দুই তিন থাক এবং টাপা ফুলে তিনটি করিয়া দুই থাক পাপড়ি সাংখ্যান

সৌভভই বল, সকলই পাপড়িতে। দিনের বেলায় যে সকল ফুল ফটে, তাহাদের বর্ণ সাধারণত শাদা হইলেও উহাদের গন্ধ তীব্র। কখন কখন পাপড়িগুলি এক স্তরে কখনও বা বহুস্তরে সজ্জিত থাকে। রুক্ষচর্ডাব ফুলের পাপড়ি এক থাক কাটা কাটা, কিন্তু ধুতুবা, কল্কে প্রভৃতি ফুলের এক থাক পাপড়ি একসঙ্গে সংযুক্ত হইয়া তামাক খাইবার কলিকার মত

থাকে। পদ্মে ঐরূপ অনেকগুলি পাপড়ি থাক থাক সাজান আছে, তাই পদ্মের
আব এক নাম শতদল।

ফুলের তৃতীয় স্তর (৩) **পুং কেশরচক্র** (Androecium)। পাপড়ির পর
ফুলের ভিতরে লম্বা তাবের মত কতকগুলি জিনিষ দেখা যায়, তাহাদের নাম **পুং
কেশর** (Stamen)। ইহাদের মাথায় একটি কয়লা চ্যাপ্টা থলি থাকে, তাহাতে
হলুদ বঙের ফুলের **রেণু** বা **পরাগ** (Pollen) থাকে। থলিটিকে **পরাকোষ**
(Anther) বলা হয়। তাহা হইলে প্রত্যেক পুং কেশরের দুইটি অংশ। নিচের
সূত্রাকার অংশের নাম **সূত্র** (Filament) এবং উপরের অংশ **পরাকোষ**।

সর্বশেষে ফুলের অন্তরতম প্রদেশে থাকে (৪) **গর্ভকেশর চক্র**
(Gynaeceum), ফুলের ভিতরে ইহাব এক একটি অংশকে বলে **গর্ভকেশর**
(Carpel)। গর্ভকেশরের সর্ব নিম্নে স্থীত অংশকে **গর্ভকোষ** বলে। এই
গর্ভকোষের সাক্ষ উপর দিকে একটি সৰু নল সংযুক্ত থাকে, তাহাকে **গর্ভ দণ্ড**
(Style) এবং এই গর্ভদণ্ডের শীর্ষদেশকে
গর্ভমুণ্ড (Stigma) বলা হয়। গর্ভ-
কোষের ভিতর থাকে **ডিম্বকোষ**
(Ovule) এবং তাহাব ভিতর থাকে
ডিম্বক (Ovum)। গর্ভকোষ ধীরে
ধীরে বাড়িয়া ফলের আকার ধারণ
করিতে থাকিলে এদিকে ফুলের অগ্র
অংশ শুকাইয়া যাইতে থাকে, শেষে
পাপড়ি ও কেশবগুলি নিশ্চিহ্ন হইয়া
যায়। গর্ভকোষ, গর্ভদণ্ড ও গর্ভমুণ্ড



৩৩ নং চিত্র—মাকামাছি কাটা জবাফুল

লইয়াই ফুলের গর্ভকেশর। ৩১ নং চিত্রে একটি মাকামাছি কাটা জবাফুলের
বিভিন্ন অংশ দেখ—(১) পরাকেশর, (২) পরাকোষ, (৩) পাপড়ি,
(৪) গর্ভদণ্ড, (৫) বৃতি (৬) গর্ভকোষ ও (৭) বৃন্তপত্র।

সকল পুষ্প পূর্বোক্ত চারিটি অংশ সুপরিষ্কৃত নহে। যাহাদের এই চারিটি অংশ আছে তাহাদিগকে **পূর্ণাঙ্গ** (Regular) এবং যাহাদের এই চারিটি অংশের সকলগুলিই সুপরিষ্কৃত নয় তাহাদিগকে **অপূর্ণাঙ্গ** (Irregular) ফুল বলে।

ধুতুবা, গোলাপ, বেল প্রভৃতি পূর্ণাঙ্গ পুষ্প, কিন্তু লাউ কুমড়া, ঝিনে, শশা তরমুজ, ফুটি, তাল, পেঁপে প্রভৃতি ফুলে তিনটি অংশ দেখা যায়। কোন কোনটির পুং কেশব থাকে, কিন্তু গর্ভকেশব থাকে না, আর যেটির গর্ভ-কেশব থাকে তাহাব পুংকেশব থাকে না। ইহাদিগকে **এক-লিঙ্গ** (Unisexual) ফুল বলে।



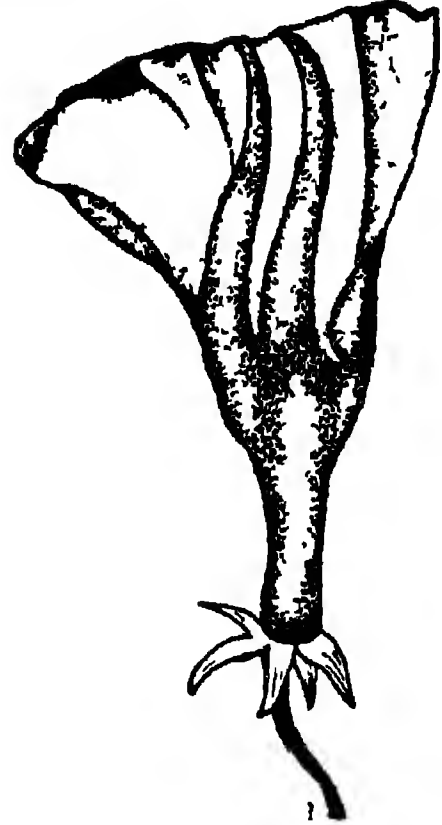
৩৪ নং চিত্র—কুমড়ার স্ত্রী-পুংপুষ্প

ফুলের মধ্যে সে হিসাবে স্ত্রী ও পুরুষ ভেদ আছে। **স্ত্রী-পুষ্প** (Female flower) হইতে ফল জন্মায়, কিন্তু **পুরুষ-পুষ্প** (Male flower) হইতে ফল জন্মায় না। আবার এমন ফুলও আছে যাহাব মধ্যে পুং-কেশব এবং গর্ভ-কেশব দুইই থাকে, তাহাদিগকে **উভলিঙ্গ** (Hermaphrodite বা bisexual) ফুল বলে। তাল, খেজুর, পেঁপে প্রভৃতি এমন গাছ আছে

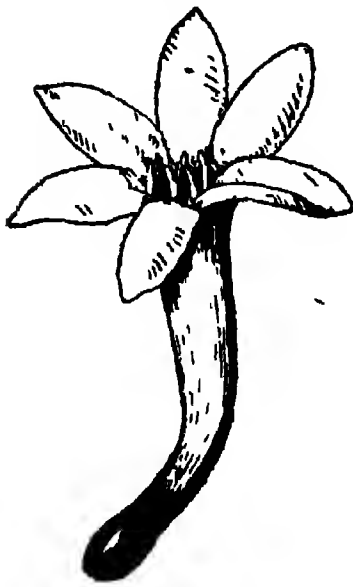
সাধারণত যাহাদের যে গাছে স্ত্রীপুষ্প হয় সে গাছে পুরুষ পুষ্প জন্মায় না এবং যে গাছে পুরুষ পুষ্প জন্মায় সে গাছে স্ত্রী পুষ্প জন্মায় না। এই সকল গাছকে **এক-লিঙ্গ-পুষ্পক** (Dioecious) গাছ বলে; কিন্তু লাউ কুমড়ার একই গাছে দুই রকম ফুল ফুটিয়া থাকে। ইহাদিগকে **উভলিঙ্গ-পুষ্পক** (Monoecious) গাছ বলে। লাউ, কুমড়া, তরমুজ প্রভৃতির স্ত্রী পুষ্পের একটু বিশেষত্ব দেখা যায়। প্রথম হইতেই ইহাদের স্ত্রী পুষ্পের বোটার উপবেই ফল দেখা যায়। বোটার যেখানে বৃতি, দল, পুংকেশব ও গর্ভকেশব বসান থাকে তাহাকে

পুষ্পাধার (Thalamus) বলে। কলিকা, ভেবেণ্ডা প্রভৃতি কতকগুলি ফুলের এই স্থানে মধু-গ্রন্থি (Nectar) থাকে।

ফুলের আকৃতি লক্ষ্য কবিতা দেখিলে বেশ বুঝিতে পাবা যায় বিভিন্ন ফুলের আকৃতি বিভিন্ন হইলেও পাতার আয়তন ইহাদিগকে কয়েকটি শ্রেণীতে ফেলিতে পারা যায়। কাটা কাটা পাপড়ি দিয়া গঠিত ফুলের আকার সাধারণত দুই প্রকার—(১) ক্রুশাকৃতি (Cruciform) ও (২) প্রজাপতি আকৃতি (Papilionaceous)। সবিসা, মূলা প্রভৃতি ফুল দেখিলে বুঝিতে পারিবে ইহাদের পাপড়ি চাষিটি আড়া আড়ি ভাবে অবস্থিত, অনেকটা ক্রুশের মত—তাই ইহাদিগকে প্রথম শ্রেণীভুক্ত করা হইয়াছে। আবার মটর, বক, শঙ্কনা



৩৫ নং চিত্র—বলিকা ফুল



৩৬ নং চিত্র—রজনী পক্ষা

প্রভৃতি ফুলে পাঁচটি পাপড়ি একটি চলন্ত পাল তোলা নোকা অথবা উডন্ত প্রজাপতির আকারে অবস্থিত বলিয়া ইহাদিগকে দ্বিতীয় শ্রেণীভুক্ত করা হইয়াছে। ইহাদের সবচেয়ে বড় পাপড়িকে **ধ্বজা** (Standard), দুই পাশের পাখীর ডানার মত পাপড়ি দুটিকে **পক্ষ** (Wing) এবং ভিতরের একজোড়া পাপড়িকে **নোকা** (Keel) বলা হয়।

সংযুক্ত পাপড়ি দিয়া গঠিত ফুলের আকার সাধারণত নিম্নোক্ত প্রকারের হয়।

(১) ফানেলাকৃতি (Funnel shaped)

—ধূতুরা, কলমী, বাজালু, ছোট গোয়ালী প্রভৃতি

- (২) **ঘণ্টাকৃতি** (Campamulate)—কুমড়া, কলকে প্রভৃতি
- (৩) **চক্রাকৃতি** (Rotate)—বেগুন, লঙ্কা, আকন্দ প্রভৃতি
- (৪) **ওষ্ঠাকৃতি** (Bilabiate)—তুলসী, বাসক, দণ্ডকলস ইত্যাদি
- (৫) **নলাকৃতি** (Tubular)—রজনী গন্ধা, সূর্যমুখীর ভিতরের ফুল ইত্যাদি
- (৬) **ফিতাকৃতি** (Ligulate) সূর্যমুখীর বাহিরের ফুল

ফুলের কার্য :—বংশ বক্ষা ও বংশ বৃদ্ধি কবাই ফুলের প্রধান কাজ , কাবণ ফুল হইতে ফল এবং ফল হইতে বীজ এবং বীজ হইতে গাছেব জন্ম । একটি গাছে বহু ফুল হয় আবার এক একটি ফুল হইতে বহু বীজেব জন্ম হয় । পূর্বে দেখিয়াছ জ্বী পুষ্প হইতে ফল জন্মায় । কিন্তু জ্বী পুষ্পের পবাগেব সহিত পুং পুষ্পের পবাগ সংযোগ (Pollination) না হইলে কেবলমাত্র জ্বী পুষ্প হইতেই ফলের জন্ম হয় না ।

একটি ফুলের পবাগ যখন কোন প্রকারে অন্য একটি গর্ভমুণ্ডে লাগিয়া যায় তখন পবাগগুলি গর্ভমুণ্ড হইতে রস পায় এবং আপন দেহ হইতে ছোট ছোট পরাগ নল (Pollen tube) উৎপন্ন কবিয়া গর্ভদণ্ডের ভিতব দিয়া গর্ভকোষে এবং তথা হইতে ক্রমে ডিম্বক বন্ধ দিয়া ডিম্বকোষেব মধ্যে প্রবেশ করে । এখানে দুইটি বিভিন্ন বকম কোষের মিলনেব ফলে কালক্রমে গর্ভকোষটি ফল এবং ডিম্বকোষটি বীজে পবিণত হয় । এই প্রক্রিয়াকেই নিষিক্তকরণ বা গর্ভাধান (Fertilisation) বলে ।

এই সমস্ত ব্যাপাবটি বুঝাইবার জন্য সাহিত্য সম্রাট বঙ্কিমচন্দ্র ফুলেব বিবাহ শীর্ষক প্রবন্ধে যাহাবা ফুলের পরাগ সংযোগ কবাইয়া দেয় তাহাদিগকে ঘটক বলিয়া বর্ণনা করিয়াছেন । আমবা ঐকপ চারি প্রকাব ঘটকেব সন্ধান জানি । যথা :—

(১) **কীট পতঙ্গ** । ইহারা ফুলেব বর্ণ ও গন্ধে আকৃষ্ট হইয়া মধু আহবণ করিতে গিয়া পুষ্প হইতে পুষ্পান্তরে উড়িয়া পরাগ সংযোগ কার্য করিয়া থাকে । গোলাপ, মটর, সরিষা, বেগুন প্রভৃতি ফুলের এইরূপে পরাগ সংযোগ হয় ।

সাধারণত এই রকম ফুলের আকার বৃহৎ, রঙ উজ্জ্বল হয় ও ইহাবা সুগন্ধযুক্ত হয়। ইহাদের গর্ভদণ্ড চট্‌চটে আটায়ুক্ত, পবাগ ডাবী কাঁটায়ুক্ত ও আটাল হয়। ইহাদের পরাগ কোষ গর্ভমুণ্ডের আগে গুঁঠে হয়।

(২) বায়ু। বায়ুভাবে ফুলসহ গাছেব শাখা প্রশাখা আন্দোলিত হইবাব কালে ফুলের পরাগগুলি খসিয়া অপব' ফুলে ছড়াইয়া পড়ে তাহাতেই পরাগ সংযোগ কার্য হইয়া থাকে। নাবিকেল, পাইন, পিটুলি পান প্রভৃতিব বায়ু সাহায্যে পরাগ সংযোগ হয়। সাধারণত এই ফুলের আকার ছোট হয় বা ইহাতে গন্ধ থাকে না, কিন্তু পরাগ প্রচুব পবিমাণে জন্মে।

(৩) জল। কাঁবি বা পাটা শেওলা গাছেব পবাগ সংযোগ জলের দ্বাবা ঘটয়া থাকে।

(৪) প্রাণী। শিমূল, কদম, কৃষ্ণচূড়া প্রভৃতি ফুলের পরাগ সংযোগ কাব, শালিক, বাহুড প্রভৃতি প্রাণীব দ্বাবা ঘটয়া থাকে।

ফল

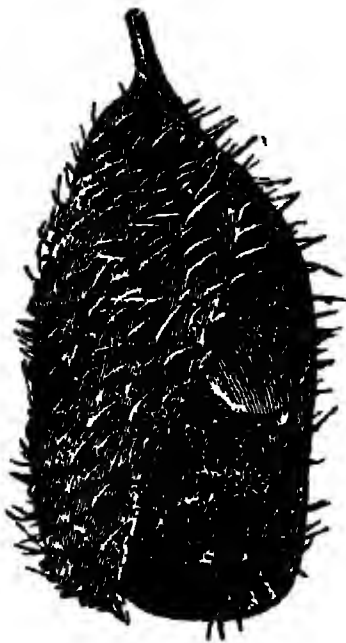
একটি ধান ও একটি তবমুজ, লাউ বা পেঁপে পাশাপাশি বাধিলে সহসা মনে হয় না যে তবমুজ যেমন একটি সমগ্র ফল ধানও তেমনই একটি সমগ্র ফল। মনে হয় ধান, তরমুজের বীজেব ত্রায় একটি বীজ। আবার যখন পাকা কার্পাস ফল কাটিয়া তুলা বাহিব হইতে থাকে তখন মনে হয় না যে কার্পাস ফলও তরমুজের মত এক প্রকার ফল। আবাব আতা, নোনা, আনাবস, কাঁটাল প্রভৃতি ফলের গঠন বিচার করিয়া দেখিলে বুঝিতে পারা যায় ইহারা অনেকগুলি ফলের সমষ্টি মাত্র। এইরূপে ফলের মধ্যে পার্থক্য বিচার করিয়া ফলকে তিন শ্রেণীতে বিভক্ত করা হইয়াছে, যথা—(১) মৌলিক ফল, (২) গুচ্ছ ফল ও (৩) যৌগিক ফল।

(১) মৌলিক (Simple) ফল :—একটি ফল হইতে একটি ফল উৎপন্ন হইলে, ফলটিকে মৌলিক ফল বলে। মৌলিক ফল দুই প্রকার—রসাল ও অরসাল।

দেখা যায় কতকগুলি ফলে রস অধিক থাকে এবং কতকগুলিতে অল্প থাকে। ধান, মটর, কার্পাস, নাটো প্রভৃতি যে সকল ফলে রসাল শাঁস অধিক থাকে না তাহাদিগকে **অরসাল (Dry)** এবং আম, জাম, পেয়ারা, পেঁপে তরমুজ প্রভৃতি যে সকল ফলে রসাল শাঁস অধিক থাকে তাহাদিগকে **রসাল (Fleshy বা Succulent)** ফল বলা হয়।

লিচু কিন্তু রসাল ফল নয়; ইহার যে শাঁস আমরা খাই উহা ফলের অংশ নয়; উহা বীজের একপ্রকার বিশিষ্ট আবরণ (Aril)।

অরসাল ফল দুই প্রকার—(ক) মটর, শিম, নাটো, সবিষা, দোপাটি প্রভৃতি যে সকল ফল শুকাইয়া ফাটিয়া যায় এবং তাহা হইতে বীজ ছড়াইয়া পড়ে



তাহাদিগকে **স্ফোটক (Dehiscent)** ফল এবং (খ) ধান, যল, ভুট্টা প্রভৃতি যে সকল অরসাল ফলের আবরণ কখনও ফাটে না তাহাদিগকে **অস্ফোটক (Indehiscent)** ফল বলে।

স্ফোটক জাতীয় ফলের ফাটিবার ভঙ্গি অনুসারে তাহাদিগকে আবার দুই শ্রেণীতে বিভক্ত করা হয়, যথা—(ক) শিম জাতীয় (Legume) —উহাদের ফল মাঝামাঝি দুই ভাগে ফাটিয়া যায়, উদাহরণ—শিম, মটর, বরনটি ইত্যাদি। (খ) সরিষা জাতীয় (Siliqua)—উহাদের

ফল লম্বালম্বি ভাবে কয়েকটি বিভিন্ন অংশে ফাটিয়া থাকে। উদাহরণ—সরিষা, মূলা, কাপাস, ঢেঁড়স, ইত্যাদি।

খোসা, শাঁস ও বীজের পার্থক্য অনুসারে রসাল ফল পাঁচ প্রকার, যথা—(ক) **সাম্প্রতিক (Drupe)**, (খ) **বেগুন জাতীয় (Berry)**, (গ) **শশা জাতীয় (Pepo)**, (ঘ) **লেবু জাতীয় (Hesperidium)** ও (ঙ) **আপেল জাতীয় (Pome)**।

(ক) **সাম্প্রতিক ফল (Drupe)**—লক্ষ্য করিলে আম, আমড়া, প্রভৃতি

রসাল ফলের তিনটি স্তর দেখা যায়। সর্বোপরি যে আবরণ তাহাকে (১) খোসা (Epicarp) বলি, ইহা (২) মধ্যস্তর (Mesocarp)—শাঁসের চেয়ে শক্ত। (৩) তৃতীয় স্তর (Endocarp) হইল আঁটি। খেজুর, নারিকেল এই জাতীয় ফল।

(খ) বেগুন জাতীয় ফল (Berry)—বেগুন, টেঁপারি, পেয়ারা প্রভৃতি ফলের খোসা তত পুরু নয়, ইহাদের সমস্ত অংশই প্রায় শাঁস এবং এই শাঁসের মধ্যে অনেক খানি স্থান লইয়া অনেকগুলি ছোট ছোট বীজ ছড়ান থাকে। ইহাদিগকে



৩৮ নং চিত্র—বেগুন জাতীয় ফল

বেগুন জাতীয় ফল বলে। ইহাদের প্রায় সকল অংশই আমবা খাইয়া থাকি।

(গ) শশা জাতীয় (Pepo)—শশা, ফুটি, তবমুজ, পেঁপে, লাউ, কুমড়া



৩৯ নং চিত্র—পেঁপে

প্রভৃতি ফলের বাহিরের স্তর অপেক্ষাকৃত শক্ত এবং ইহাদের শাঁসের পরিমাণ যথেষ্ট—বীজের সংখ্যাও যথেষ্ট। ইহাদের মধ্যস্তরই আমবা সাধারণত

খাই। কিন্তু লাউ বা শশার শাঁস এবং বীজও আমবা খাইয়া থাকি।

(ঘ) লেবু জাতীয় (Hesperidium)—কমলা, পাতি, কাগজি, জামিবা প্রভৃতি ফলের বাহিরের স্তর বেশ একটু পুরু এবং মধ্যস্তর পাতলা থলির মধ্যে আবদ্ধ। এই থলির মধ্যে আবদ্ধ কোষা কোষা মধ্যস্তরের ভিতরেই কয়েকটি করিয়া বীজ এবং অসংখ্য রসাল শাঁশের দানা থাকে। এই রকম একটি শাঁশের দানা আবার এক একটি অপেক্ষাকৃত পাতলা পর্দার মধ্যে আবদ্ধ। ইহাদের এক একটিকে পৃথক করা যায়। ইহাদের শাঁস অপেক্ষা রসই আমাদের বিশেষ প্রয়োজনীয়।

(৬) **আপেল জাতীয় (Pome) ফল**—আপেল, নাসপাতি প্রভৃতি ফলের খোসা অনেকটা শশা জাতীয় ফলের খোসার ন্যায় ; মধ্যস্তরও উহাদের মধ্যস্তরের মত কিছু শক্ত। ইহাদের ছোট ছোট বীজ, সংখ্যায় তিন চারিটির অধিক নয়। বীজগুলি ফলটির মধ্যস্থলে একত্রে থাকে।

(২) **গুচ্ছ ফল (Aggregate fruit)**—একটি ফুল হইতে অনেকগুলি ফল হইয়া একত্রিত হইলে তাহাকে **গুচ্ছফল** বলা হয়। চাঁপা ও কাঁটালি চাঁপাব ফল গুচ্ছ ফল। আতা, নোনা প্রভৃতিও এক প্রকার গুচ্ছ ফল। ইহাদের এক একটি গর্ভকেশর হইতে এক একটি ফল জন্মায়, কিন্তু উহা একসঙ্গে দল বাঁধিয়া থাকে বলিয়া বাহিব হইতে বুঝা যায় না। তথাপি কাঁচা অবস্থায় ইহাদিগকে কাটিলে বুঝিতে পাওয়া যায় খোসার একটি ঢাকার ভিতর এক একটি কোষা ও কোষার বাহিবেব আবরণ লইয়া এক একটি ফল, পাকিলে ঐ কোষাব নবম আবরণ একত্রিত হইয়া সমস্ত কোষাগুলির একটি আবরণের মত দেখায়।

চালতাও এক প্রকার গুচ্ছ ফল। চালতা ফুলের বৃত্যংশগুলি ক্ষীত ও বসাল হইয়া চালতাব এক একটি বাথড়া হয়। এই বাথড়াগুলি একত্রিত হইয়া একটি ফলের আবাব ধারণ কবে বটে, কিন্তু প্রকৃত ফলই বাথড়ার মধ্যে লুক্কায়িত থাকে। চালতাব গোঁড়াই চালতার প্রকৃত ফল। চালতা এই সব কাবণে **অপ্রকৃত ফল**।

(৩) **যৌগিক (Multiple) ফল**—বহু ফুল হইতে একটি ফল জন্মাইলে ফলটিকে **যৌগিক ফল** বলা হয়। কাঁটাল, আনারস, ডুমুর, তুঁত ইহাব দৃষ্টান্ত, কিন্তু ইহাদের প্রত্যেকটির কিছু কিছু বৈশিষ্ট্য আছে।

আনারস—আনারসেব গায়ে যে ছয় কোণা চোখ দেখা যায় উহা এক একটি পৃথক ফুল হইতে উৎপন্ন। ইহাদের শাঁশ, গর্ভকেশরগুলিব নিম্ন অংশ হইতে উৎপন্ন। শাঁশের মধ্যস্থলের দণ্ডাকার অপেক্ষাকৃত শক্ত অংশ ফুলের মঞ্জবী দণ্ড।

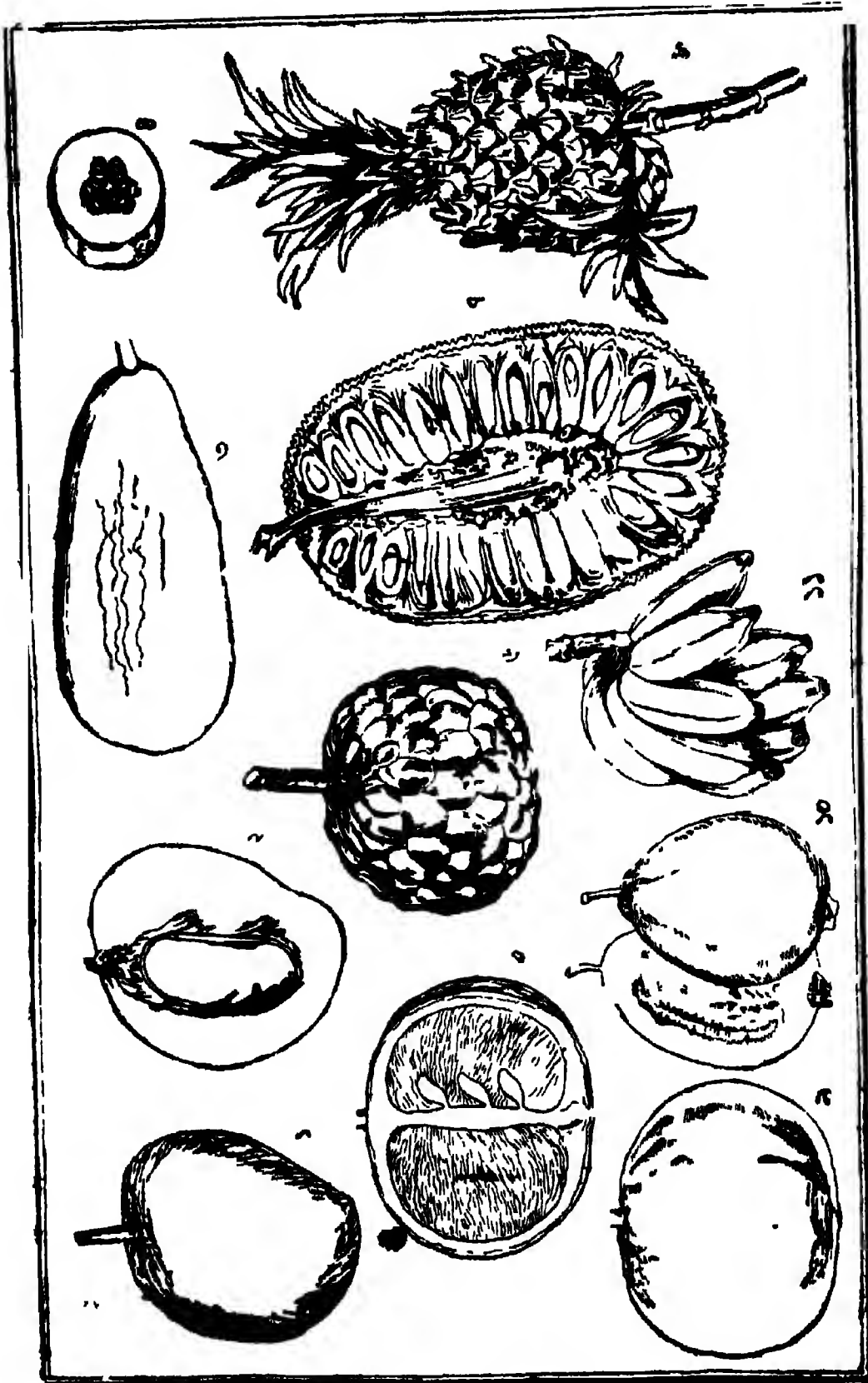
কাঁটাল—কাঁটালের এক একটি কাঁটা এক একটি ফুলের গর্ভদণ্ড হইতে উৎপন্ন। ইহাদের এক একটি কোষ ফুলের গর্ভকেশর হইতে উৎপন্ন, পাতুড়ি-গুলি অনিষিক্ত ফুলের আবরণ—মধ্যস্থলের ভুতুড়ি অর্থাৎ মোটা দণ্ডটি মঞ্জবী শীর্ষ।

ডুমুর—ডুমুর ফলের মঞ্জরী দণ্ড ফাঁপা হইয়া গোলাকার একটি ফলের আকার ধারণ করে, ইহাই ডুমুর ফল। ইহার ভিতরে অনেকগুলি ছোট ছোট ফুল থাকে সেইগুলিই বীজরূপে ফলের ভিতর থাকে।

এই পরিচ্ছেদের শেষে ফলের ত্রৈণীবিভাগ করিয়া একটি তালিকা দেওয়া গেল।

একটি ফলে সাধারণত তিনটি অংশ দেখা যায়—খোসা, শাঁস ও বীজ। কিন্তু সকল ফলে এ তিনটি সমান অংশে থাকে না। পেঁপে, আম, শশা, তরমুজ প্রভৃতি ফলে খোসা কত অল্প কিন্তু শাঁস কত অধিক। নাটো ফলে শাঁস নাই বলিলে চলে, কেবল খোসা ও বীজ। আম, জাম, খেজুর প্রভৃতি ফলে একটি কবিয়া বীজ দেখা যায়, তাহা সমস্ত ফলটির মাঝখানে থাকে। কিন্তু লাউ তরমুজ শশা প্রভৃতি ফলেব বীজ অনেক এবং সমস্ত ফলটির মধ্যে শাঁসেব সহিত সারি সারি থাকে। কুমড়া, পেঁপে, ফুটি প্রভৃতি ফলের মাঝখানে খানিকটা ফাঁকা স্থান থাকে। সেই ফাঁকা স্থানেব মধ্যেই শাঁসের উপরে বীজগুলি দেখিতে পাওয়া যায়। যে ফলে বীজ যত কম, ফলেব আকাবের অনুপাতে সে ফলেব বীজ তত অধিক বড় হইয়া থাকে। যে সকল ফলে বীজ মাত্র একটি, যেমন, আম, জাম, নাবিকেল প্রভৃতি তাহাদের বীজ খুব বড় হইয়া থাকে।

ফুটি, পেঁপে, আম, জাম, প্রভৃতি ফল পাকিলে কত নরম হয়, কিন্তু লাউ পাকিলে তাহার খোসা এত শক্ত হয় যে তাহাকে শাঁস বাহিব করিয়া দিবার পর ঘটি বাঁটির মত ব্যবহার করা চলে। কুমড়া, তরমুজ, বেগুন, শশা প্রভৃতি ফল কাঁচা অবস্থায় যেরূপ থাকে পাকিলেও প্রায় সেরূপ থাকে। বিজা, পুঙ্কল প্রভৃতি কতকগুলি ফল আছে, পাকিলে তাহাদের শাঁস কমিতে আরম্ভ হয় এবং সঙ্গে সঙ্গে ভিতরে জালি প্রস্তুত হইতে থাকে। বিজা বা পুঙ্কলের জালি আমবা গাত্র মার্জ্জনী হিসাবে সাবান মাখিবার সময় ব্যবহার করি। লেবুর শাঁস সাধারণ ফলের শাঁসের মত থাকে না। খোসাব ভিতরে ইহার শাঁস ক্রমান্বয়ে কেমন একটির পর একটি আবরণের মধ্যে ঢাকা থাকে। বেলের খোসা কত শক্ত কিন্তু ভিতরে শাঁস পাকিলে কাদার মত নরম হইয়া থাকে।



৪০ নং চিত্র—কতকগুলি ফলের ফল

আতা বা নোনা ফলের স্বাদ কাঁচা অবস্থায় কিরূপ বিস্ত্রী; কিন্তু পাকিলে ইহাই কিরূপ স্নান হয়। কুমড়া পাকিলে ইহাব স্বাদের বিশেষ তার-তম্য হয় না। আম কাঁচা অবস্থায় টক থাকে, পাকিলে মধুর হয়। কলা কাঁচা অবস্থায় কষায় এবং কতই না বিশ্বাদ থাকে, কিন্তু পাকিলে ইহাই আবার কেমন স্নান হইয়া দাঁড়ায়। পূর্ব পৃষ্ঠায় একটি রসাল ফলের চিত্র দেওয়া হইয়াছে, তাহাদের বৈচিত্র্য লক্ষ্য কর।

আম, জাম, বেমুজ, সৈকুল, মাকাল, তেলাকুঁচা প্রভৃতি ফল পাকিলে ইহাদের রং বদলাইয়া যায়। আম, কাঁটাল, আনারস প্রভৃতি পাকিলে ইহাদের গন্ধে মাহুষ এবং ইতর প্রাণী আকৃষ্ট হয়। নাটা, মটর, দোপাটি প্রভৃতি ফল পাকিলে আপনা আপনি ফাটিয়া যায়, সেইজন্য ইহাদের বীজগুলি আপনা আপনি ছড়াইয়া পড়ে। কাপাস, শিমূলের ফলও ফাটিয়া থাকে, কিন্তু বীজে তুল্য লাগিয়া থাকায় ইহাবা হাওয়ায় অনেক দূর পর্যন্ত উড়িয়া যাইতে সমর্থ হয়।

বীজ

চাল, সরিষা, মটর, ছোলা, আমের আঁটি, তালের আঁটি, নারিকেলের খোল এসকল গুলি এক একটি বীজ। বীজের সাধারণত তিনটি অংশ—আবরণ, বীজ-পত্র (Cotyledon) যাহা দানার মত বীজের ভিতর দেখা যায়, ও অঙ্কুর বা ভ্রূণ (Embryo), ইহাদের মধ্যে কতকগুলি আবরণ খুব শক্ত কতকগুলির আবরণ অপেক্ষাকৃত কম শক্ত। কতকগুলির মধ্যে মাত্র একটি দানা থাকে, কতকগুলির মধ্যে দুইটি। প্রথমোক্ত বীজগুলিকে একবীজ পত্রী (Monocotyledonous) ও শেষোক্ত গুলিকে দ্বিবীজ পত্রী (Dicotyledonous) বীজ বলে। আসাম প্রভৃতি অঞ্চলে চমরী ঝাউ প্রভৃতির বীজে অনেকগুলি দানা দেখা যায়। মুগ, মসুর, অড়হর, ধান, যব, তুট্টা প্রভৃতি বীজ মাহুষের খাত্তের জন্য যত অধিক পরিমাণে লাগিয়া থাকে এত অধিক পরিমাণে মাহুষের খাত্তে অন্য কিছু লাগে না, বলিতে গেলে মাহুষ এই সকল বীজের উপর নির্ভর করিয়াই জীবন ধারণ করে।

অস্বাস্য (Exalbuminous বা Non-endospermic), বহিস্বাস্য (Albuminous বা Endospermic), মূলেদী (Epigeal) ও মূদস্তগত

(Hypogeal) বীজ কাহাকে বলে তাহা পূর্বে জানিয়াছ। পাইন মগ্নবীজ (Gymnosperms) হইতে জন্মায় ইহাও জানিয়াছ।

বীজের বিস্তৃতি কিরূপে হয় দেখ। মাটিতে এক স্থানে বহু বীজ পড়িলে যে সকল চারা উৎপন্ন হয় তাহারা যেসে যেসি থাকিয়া বড় হইতে পারে না। গাছে বীজ পাকিলে যদি তাহাদিগকে স্থানান্তরে লইয়া না যাওয়া হয় তবে গাছের গোড়ায় বীজ হইতে এক জায়গায় বহু চারার জন্ম হইতে পাবে। সেজন্য বীজ ছড়াইয়া দিতে হয়। বীজ নানা প্রকারে ছড়াইয়া পড়িতে পারে। তন্মধ্যে প্রধান কয়টি উপায় নিচে বলা হইল :—

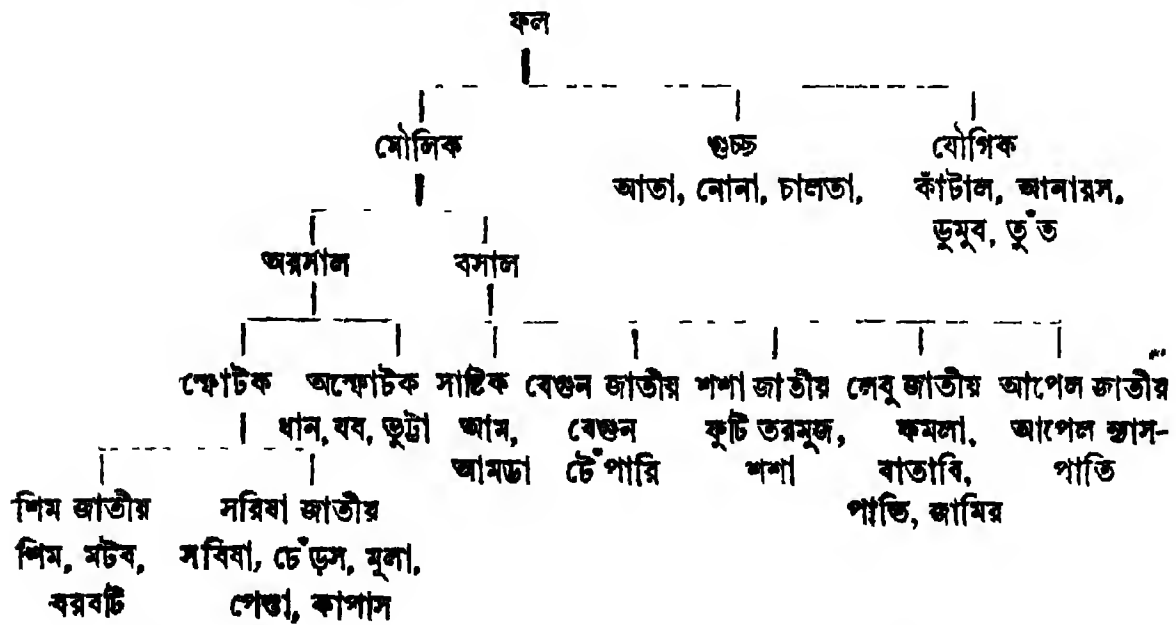
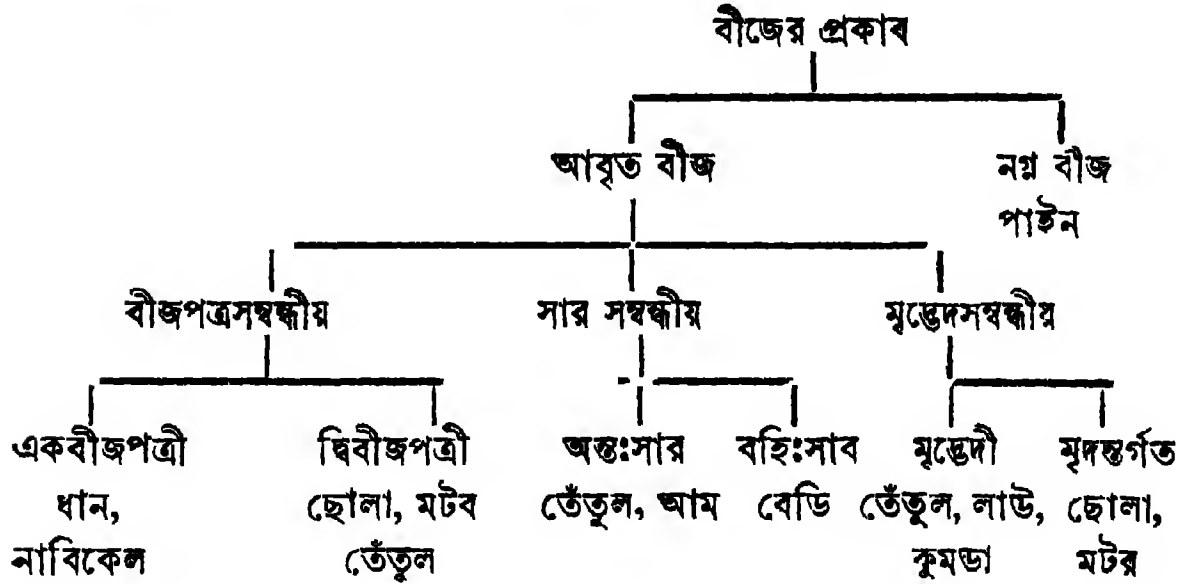
(১) বাতাস দ্বারা—তুলা, সিকোনা প্রভৃতির বীজ হালকা এবং ইহাদের কাহারও কাহারও গায়ে তুলাব আঁশের মত নৃস্ম অঁশ আটকাইয়া থাকে বলিয়া বাতাসে ভাসিয়া স্থানান্তরে নীত হইতে পাবে এবং তাহা হইতে গাছ জন্মাইতে পাবে।

(২) জীবগণ দ্বারা :—চৌরকাঁটা, বাঘানখা প্রভৃতি গাছের ফল মানুষের কাপড়ে বা জীব জন্তুর গায়ে লাগিয়া আটকাইয়া যায় এবং তাহাদের দ্বারা স্থানান্তরে নীত হয়। মাটিতে পড়িয়া গেলে তাহা হইতে গাছ হয়। বাদুড় পেয়ারা, বাদাম, ডুমুর প্রভৃতি ফল খাইয়া ইহাদের বীজ স্থানান্তরে ফেলিয়া যায়। শূগলবা খেজুর, কুল প্রভৃতি ভক্ষণ করিয়া ইহাদের বীজ হজম করিতে পাবে না। মলত্যাগ কালে ঐ বীজগুলি স্থানান্তরে পরিত্যক্ত হয় এবং তাহা হইতে গাছ হয়। বট, অখণ্ডের বীজ পাখীরা খায় এবং বিষ্ঠা ত্যাগ কালে ইহাদের বীজগুলি পরিত্যক্ত হয়, তাহা হইতে গাছ জন্মে। কয়েদ বেলের বীজও মানুষের বিষ্ঠার সহিত এইরূপে পরিত্যক্ত হয় এবং তাহা হইতে গাছ জন্মাইতে দেখা যায়। কুঁচ খাইয়াও পাখীরা ইহাকে বিষ্ঠার সহিত ত্যাগ করিলে তাহা হইতে গাছ জন্মে।

(৩) জল দ্বারা—তাল নারিকেল প্রভৃতি হালকা ফল জলে ভাসিয়া স্থানান্তরে নীত হয় এবং কোথাও মাটিতে আটকাইয়া গেলে ইহাদের গাছ হয়।

(৪) স্ফোটন দ্বারা—নাটা, দোপাটি, করম চা, অপরাজিতা, মটর প্রভৃতির ফল ফাটিয়া ছিটকাইয়া পড়ে। তবে এই উপায়ে ইহারা বহুদূরে বিড়ত হইতে পায় না।

(৫) মানুষের দ্বারা—বহুবিধ উপায়ে এক স্থান হইতে বীজ অন্য স্থানে নীত হয় কখনও জ্ঞাতসারে কখনও বা অজ্ঞাতসারে। ঔষধ পথ্যের জন্য প্রয়োজনীয় হিসাবে বা সৌখিনতার উপাদান স্বরূপে ইহাদিগকে ব্যবহার করিবার জন্য কত যত্ন করিয়া মানুষ পৃথিবীর এক প্রান্তের বৃক্ষ অন্য প্রান্তে লইয়া তাহাদের চাষ করে।



সংক্ষেপ :- গাছের প্রধান অংশ দুইটি, মূল ও কাণ্ড। মূল মাটির নিচে থাকে কাণ্ড মাটির উপরে থাকে। অবশ্য অনেক কাণ্ড আছে বাহ্যিক মাটির নিচে থাকে—যেমন হলুদ

আদা, কচু ইত্যাদি। মূলের কাজ—আহার্যের জন্ত কাঁচা মাল সংগ্রহ করা এবং মাটির উপকৃত্ত উহাকে খাড়া রাখা। বিভিন্ন আকারের মূল দেখিতে পাওয়া যায় এবং তাহারা অল্প কাজও করে। সেই হিসাবে ইহাদের নামও ভিন্ন হইয়া থাকে। কাণ্ডের কার্য খাড়া সর্বদেহে চালান দেওয়া এবং শাখা প্রশাখা হইতে পাতা ফুল ফল ধারণ করা। ইহাতে পর্ব, সন্ধি, পত্র, মুকুল প্রভৃতি থাকিতে পারে। ইহা বা বহুবিধ আকারের হয়। পাতার আকার যেমন বহু প্রকারের ইহাদের শিবা বিস্তারিতও তেমনি বহু প্রকারের। একটি বৃন্তে যদি কেবলমাত্র একটি ফলক থাকে তবে তাহাকে মৌলিক পত্র বলে, কিন্তু যদি একাধিক পত্র থাকে তবে তাহাকে যৌগিক পত্র বলে। পাতাষ টোমা আছে। পাতার দ্বারা বায়ু হইতে গাছ আহার গ্রহণ করিতে পারে এবং দেহের অতিবিক্ত বস নির্গত করিয়া দিতে পারে। ফুল সৌন্দর্যের আকর—ইহার সৌন্দর্যে মানুষ ও জীবজন্তু আকৃষ্ট হয়। ইহা গাছের অপ্রধান অংশ। ফুলের চারিটি অংশ—বৃতি, পাপড়ি, পবাগকেশব ও গর্ভকেশব। সকল ফলে সকল অংশগুলি থাকে না। ফল এবং বীজ গাছের অপ্রধান অংশ। নানাবকম ফলের আকার ভিন্ন, স্বাদ ভিন্ন, বর্ণ ভিন্ন। বীজের সংখ্যা বেশী হইলে উহারা আকারে ছোট হয়।

তৃতীয় প্রশ্নমালা

১। মূল, কাণ্ড, পাতা, ফুল, ফল ও বীজ কত বিভিন্ন প্রকারের হইতে পারে লিখ। (Write down the different forms of —Roots, stems, leaves, flowers, seeds and fruits)

২। ওল, আদা, আলু এবং মূলা :—ইহারা কাণ্ড কি মূল বল। (Say whether the following are stem or root ,—corm, ginger, potatoes and radish).

৩। নিম্নলিখিতগুলি প্রকৃত পক্ষে গাছের কি এবং ইহা কিসের কার্য করে? বেলের কাঁটা, মটরের আকর্ষ, পিঁয়াজ ও ধান। (Say what part of a plant the following are and what their functions are —The thorn of a 'Bel', tendrils of a pea, onion and paddy.)

৪। কার্যকারিতা সম্বন্ধে আলোচনা কর—(ক) মূল ও (খ) ফলের। (Discuss the functions of (a) the root and (b) the fruit) (কঃ বিঃ ১৯৪০)

চতুর্থ পরিচ্ছেদ

ধান ও মটর গাছের জীবনেতিহাস

ভাত বাঙ্গালীদের প্রধান খাদ্য। অবাকালীগণ তাই ‘ভেতো’ বলিয়া বাঙ্গালীদের কলঙ্ক বটাইয়া থাকেন। কিন্তু খাদ্য শস্ত হিসাবে উৎপন্ন শস্তের পরিমাণেব হিসাবে জানা গিয়াছে এত অধিক পরিমাণে আর কোন শস্ত মানুষের খাদ্য হিসাবে উৎপন্ন হয় না। কাজেই বাঙ্গালী ছাড়া বহু অবাকালীও ইহা খাইয়া জীবন ধারণ করেন। ধান হইতে চাউল এবং চাউল সিদ্ধ করিয়া ভাত হয়। ধানকে অন্ন সিদ্ধ করিয়া সিদ্ধ ধানকে রোড়ে শুকাইয়া, ঐ শুক ধানকে ভানিয়া লইলে যে চাউল হয় তাহা সিদ্ধ চাউল এবং ধানকে কেবলমাত্র শুকাইয়া ভানিয়া লইলে যে চাউল হয় তাহা আতপ চাউল। বাঙ্গালীরা খাইবার জন্য বেশীভাগ সিদ্ধ চাউল ব্যবহার করিয়া থাকেন এবং পূজা পর্বাণে আতপ চাউল ব্যবহার করিয়া থাকেন, কিন্তু ভারতের অগ্রাঞ্চ প্রদেশে আতপ চাউলই সমধিক প্রচলিত।

যে দেশে প্রচুর পরিমাণে বৃষ্টিপাত হয় সেই দেশের জলাভূমিতে ধান জন্মায়। সেজন্য পাহাড়ে দেশে ধান জন্মে না। জমি ও আবাদের সময় ভেদে ধান মোটামুটি তিন রকম। ভাদ্র আশ্বিন মাসে যে ধান পাকে তাহাকে আউশ বা আশু ধান বলা হয়। অধিকাংশ ধান অগ্রহায়ণ, পৌষ মাসে পাকিয়া থাকে—ইহারা আমন বা হৈমন্তিক ধান। যে সকল ধান বর্ষাকালে বা শীতের শেষে পাকে তাহারা বোরো ধান। সাধারণত আউশ ধান উচু জমিতে জন্মায়, আমন ধান তদপেক্ষা নিচু জমিতে জন্মায় এবং বোরো ধান তদপেক্ষা নিচু জমিতে জন্মায়। লম্বা গুঁয়াযুক্ত এক প্রকার ধান আবাদী ধানের মধ্যে আর্পনি জন্মায়। তাহারা স্থলক হইবার আগেই ঝরিয়া পড়ে

বলিয়া মানুষের কোন কাজে আসে না। অথচ ইহার গাছ অতি সহজে আবাদী ধানের মধ্যে আগাছার যত জন্মাইয়া আবাদী ধান নষ্ট করিয়া ফেলে। সেইজন্য চিনিতে পারিলেই এবং সুবিধামত চাষীরা ঐ গাছগুলিকে তুলিয়া ফেলিয়া দেয় অথবা কাটিয়া ফেলে। ইহাদিগকে ঝাড়া বা উড়ি ধান বলে।

উচু জমিতে যে ধান হয় তাহার দানা সরু হয় এবং নিচু জমিতে যে ধান হয় তাহাদেব দানা মোটা হয়। সেই হিসাবে আউশ ধানের দানা সরু হওয়া উচিত; কিন্তু প্রকৃতপক্ষে আউশ ধানেব দানা প্রায় বোরো ধানের দানার তায়ই মোটা হইয়া থাকে। হৈমন্তিক ধানের মধ্যে সীতাশাল, বাঁকতুলসী, দাদখানি প্রভৃতি ধানের দানা সর্বাপেক্ষা সরু। সরু ধানের চাল যেমন দেখিতে সুন্দর এবং খাইতে সুস্বাদু তেমনই সহজপাচ্য। এইজন্য রোগীদিগকে সরু চালের ভাত খাইতে দেওয়া হয়। ধান যত পুৰাতন হয় ইহাব চালও তত উপকারী হয়, কোন কোন চাউলে সুগন্ধ পাওয়া যায়—পায়স প্রভৃতি প্রস্তুত করিবাব পক্ষে তাহাবা অত্যন্ত উপযোগী। ধান হইতে চিঁড়া, খই এবং মুড়কী এবং চাউল হইতে ভাত, মুড়ি প্রস্তুত হয়। দোকান হইতে খাবার কিনিয়া খাইতে হইলে চিঁড়া, মুড়ি ও মুড়কীর তায় নিবাপদ আহাৰ্য্য আব নাই। চাল গুঁড়া হইতে পিঠা, রুটি প্রভৃতি হয়। জিলাপী প্রস্তুত করণের ইহা অন্ততম প্রধান উপাদান।

ধানের খোসা ছাড়াইলে যে চাল পাওয়া যায় তাহা লক্ষ্য করিলে বুঝা যায় ইহা একদলবীজ। কাজেই ধানের অঙ্কুর হইতে প্রথমে মাত্র একটি পাতা বহির্গত হয়। অতি সাবধানে ধানের খোসা ছাড়াইলে দেখা যায় চাউলের সমস্ত দেহ একটি পাতলা আবরণে আবৃত; চাউলের একমুখে একটি ক্ষুদ্র গতের মধ্যে অঙ্কুরটি ঘুমাইয়া থাকে বস পাইলে এই অঙ্কুর বর্ধিত হয় এবং ইহার এক অংশ মাটির নিচে যায়, অপর অংশ কাণ্ডরূপে মাটির উপরে উঠিতে থাকে। তখন সমস্ত বীজ বা চাউলটি ঐ ভ্রূণ মূল বা ভ্রূণ কাণ্ডের আচ্ছাদ্য যোগাইয়া থাকে। এই আচ্ছাদ্যের অধিকাংশই শ্বেতসার জাতীয়।

জমিতে পর পর তিন চারিবার লাঙ্গল করিবার পর মই দিয়া মাটি ভাঙ্গিয়া



৪১ নং চিত্র—ধানগাছ ও তারার বিভিন্ন অংশ

গুঁড়া করিয়া দিলে ঐ জমি চাষের উপযুক্ত হয়। তখন ইহাতে ধান ছড়াইয়া যাহাতে ঐ ধান আবার মাটি ঢাকা পড়ে তজ্জন পুনরায় উহার উপর দিয়া মই টানা হয়; ইহাকে ধান বপন করা বলে। কয়েকদিন পরে মাটির রস পাইয়া ধান অঙ্কুরিত হয়। ক্রম কাণ্ড মাটি ভেদ করিয়া উপরে উঠে এবং ক্রমশঃ মাটির ভিতর চলিয়া যায়। ক্রমশঃ পাশ দিয়া ধানের গুচ্ছমূল বাহির হয় এবং অল্পদিন মধ্যে ক্রমশঃ মরিয়া যায়। গাছ যত বড় হইতে থাকে তত ইহার কাণ্ড বর্ধিত হয় ও কাণ্ডের প্রতি গাঁট হইতে পাতা বাহির হয়, প্রতি পাতার গোড়া কাণ্ডটিকে বেঁধেন করিয়া থাকে। একটি পত্রের ফলক যে দিকে প্রসারিত থাকে তাহার পত্রের পাতার ফলকটি ঠিক তাহার বিপরীত দিকে প্রসারিত থাকে। এইরূপে যত দিন যায় কাণ্ড তত বড় হয় এবং পাতার সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। আমন ও বোরো ধানের গাছকে ২০।২৫ দিন পরে শিকড় সমেত তুলিয়া অন্য একটি পূর্বোক্ত প্রকারে লাঙ্গল করা এবং মই দেওয়া জমিতে গোছা গোছা করিয়া পুঁতিয়া দেওয়া হয়। ইহাকে ধান রোপণ করা বলে। অনেক সময় বৃষ্টির সুবিধা এবং অসুবিধা বুঝিয়া চাষীরা কেবলমাত্র ধান বপন করিয়াই দেয়, নাড়িয়া রোপণ কবে না।

ধানগাছের পাতার ফলক তলোয়ারের ফলকের মত লম্বা। ইহার গা মন্থন নহে, শক্ত লোমযুক্ত করুক'রে। নরম চামড়ার উপরে ঐ পাতা টানিলে চামড়া ছিঁড়িয়া যাইতে পারে। পাতা যত পাকিয়া উঠে ততই ইহা অধিক করুক'রে হয়। খড় সর্বাপেক্ষা অধিক করুক'রে। কাঁচা বেলায় ধান গাছ সবুজ; কোন কোন ধান গাছের পাতা কাল বা বেগুণেও হয় পাকিলে ইহাদের সোণার মত রং হয়। ধানগাছের কাণ্ড ফাঁপা নলের ত্রায়, মাঝে মাঝে গাঁট বা সন্ধি (Node)। প্রতি সন্ধি ঘেরিয়া এক একটি পাতা বাহির হয়। ধান গাছের গোড়ার দুই চারিটি সন্ধি হইতে আস্থানিক মূল বাহির হইয়া থাকে।

গাছ বড় হইলে ধানের ফুল হয়। বোঁটার উপরে (৪১ নং চিত্রে গ) পাতার ত্রায় যে দুটি সরু সরু পদার্থ থাকে ইহার নাম এবং তদুপরি শক্ত আবরণ দুই ভাগে

বিভক্ত খোসা দুইটি মঞ্জরী পত্র (Bract) নামে অভিহিত। ধানের পাতার
 ত্রায় খোসাগুলি কব্জ'রে কাঁটাযুক্ত। কালক্রমে খোসা যত শক্ত হয় ইহার গায়ের
 কাঁটাগুলিও তত শক্ত হয়। কোন কোন ধানের খোসার ভগায় লম্বা এবং শক্ত
 শুঁয়া থাকে। জটাকন্না ধানে ঐরূপ শুঁয়া থাকে। মঞ্জরী পত্রের মধ্যে থাকে
 গর্ভকোষ। গর্ভকোষের চারিদিক ঘেরিয়া দুইটি লডিকিউলের (Lodicule)
 উপর দুইটি আবর্ত (Whirl) থাকে। ঐ আবর্ত হইতে ছয়টি পুরুষ কেশর
 (Stamen) বাহির হয়। পুরুষ কেশরের পরাগদণ্ডগুলি (Filaments)
 খুব সরু ও লম্বা হয় এবং ইহাদের মাথায় অপেকাকৃত স্থল ও ভারী পরাগস্থলী
 (Anthers) থাকায় ঝুলিয়া পড়ে এবং বাতাসে নড়িতে থাকে। ৪১ নং চিত্রে
 দেখা যাইবে পুরুষ কেশরগুলি কিরূপ ঝুলিয়া পড়িয়াছে এবং পরাগস্থলী হইতে
 পরাগ ঝরিয়া পড়িতেছে। গর্ভকোষ পূর্বাপেক্ষা বর্ধিত হওয়ায় এক্ষণে বিশেষ-
 রূপে দৃষ্টিগোচরে আসে। গর্ভকোষের ভগায় দুইটি লোমযুক্ত চামবের মত দণ্ড
 থাকে এবং গর্ভকোষে একটি মাত্র ডিম্বক থাকে। পরাগ পতনের ফলে ডিম্বক
 হইতে বীজ জন্মায়। তখন লডিকিউল সমেত পুরুষ কেশর শুকাইয়া পড়িয়া যায়
 এবং চাউল পূর্বোক্ত চারিটি মঞ্জরীপত্রে আবৃত থাকে। চাউল প্রথমাবস্থায়
 দুধের মত শাদা তরল পদার্থরূপে দেখা দেয়। ধানগাছের মাথায় একটি শীঘ্র
 এমন অনেকগুলি ফুল ধরে এবং ঐ ফুলগুলি সময়ে ধানে পবিণত হয়।

আউশ ধান সাধারণত বৈশাখ জ্যৈষ্ঠ মাসে বপন করা হয়। এবং ভাদ্র
 আশ্বিন মাসে গাছ সমেত ধান পাকিয়া সোণার বর্ণ ধারণ করিলে চাষীরা
 ধানগাছ কাটিয়া আঁটি আঁটি বাধিয়া শুকাইতে দেয়, শুকাইলে ঝাড়িয়া ধান ও
 গাছ পৃথক্ করা হয়। ধানের শুক গাছকে খড় বলা হয়। খড় গৃহপালিত
 গবাদি জন্তুর প্রধান খাদ্য। অনেক সময় একই জমিতে আউশ ধান কাটিয়া
 লইবার পর আমন ধান বোপণ করা হয়। আমন ধান সাধারণত অগ্রহায়ণ
 পৌষ মাসে পাকিয়া থাকে। কোন কোন আমন ধান আশ্বিনের শেষ হইতেও
 পাকিতে আরম্ভ করে। মাঠে অত্যধিক জল থাকিলে খড় ভাল হয় না বলিয়া

বোরো ধানের খড় অনেক সময় অকর্মণ্য হয়, তাই চাষীরা কেবলমাত্র ধানের শীষ কাটিয়া আনিয়া তাহাই ঝাড়িয়া ধান বাহির করে। পশ্চিমবঙ্গের মেদিনীপুর ও বর্ধমানে, উত্তরবঙ্গের বীমভূমে এবং পূর্ববঙ্গের বরিশালে প্রচুর পরিমাণে ধান জন্মাইয়া থাকে। উড়িষ্যায়ও যথেষ্ট ধান চাষ হয়।

মটর

ভাতেব মত ডালও আমাদের নিত্য ভোজ্য। ভাত যেমন কেবল মাত্র বাঙ্গালীর প্রধান খাদ্য, ডাল কিন্তু সমগ্র ভাবতবাসীর নিত্য ভোজ্য পদার্থ। বাঙ্গালীর ‘ভাত ডাল’ যেমন নিত্য ভোজ্য ভাবতের প্রায় অন্ত সকল জাতির কাছে ‘ডাল রুটি’ তেমনই নিত্য ভোজ্য। বহুপ্রকার ডালের মধ্যে ছোলা ও মটর জাতীয় ডালই ভারতেব অন্যান্য জাতীর মধ্যে বিশেষরূপে ব্যবহৃত হয়।

শীতকালে শুষ্ক মাটিতে মটর চাষ হয়। উপযুক্ত রূপে চাষ করিলে অসময়েও মটর গাছ জন্মায়। নদীর চরে ইহাও প্রচুর পরিমাণে জন্মাইয়া থাকে। অসময়ের মটর গুঁটিতে মটর দানা বেশ পুষ্ট হয় না, গাছে গুঁটিও অধিক জন্মায় না।

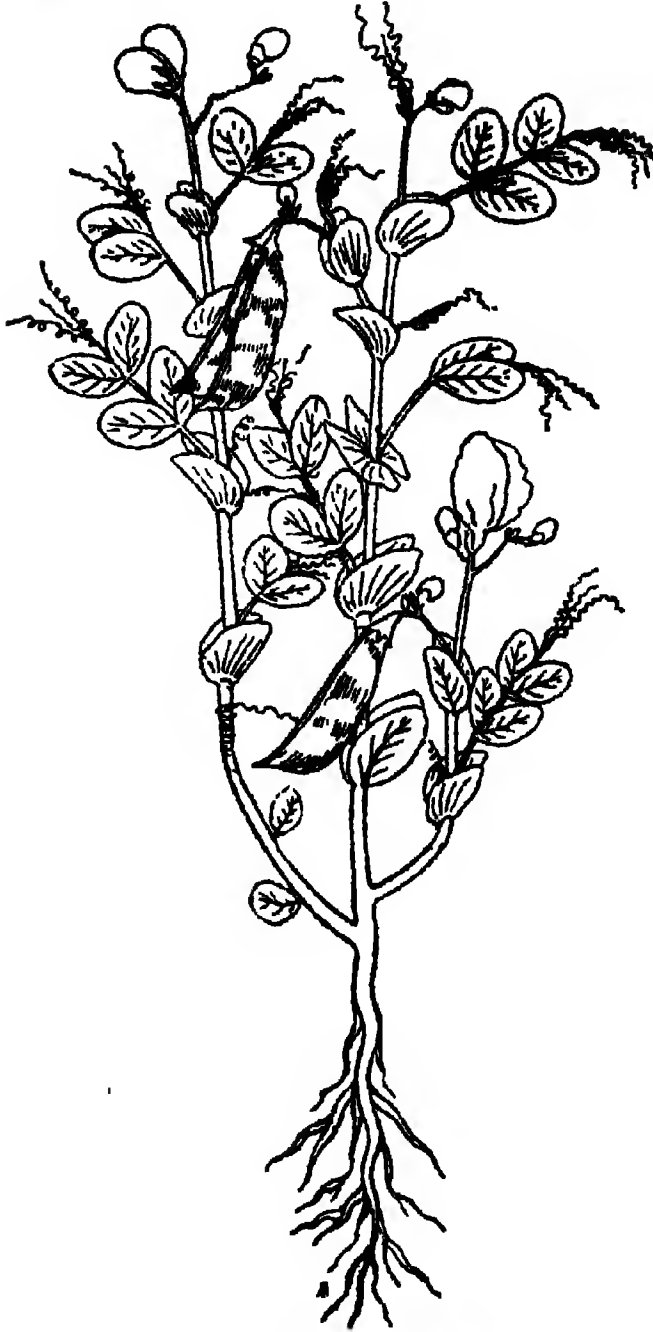
শুষ্ক মটরকে দুই একদিন ভিজাইয়া রাখিলে ইহার কলা বাহির হয়। এই সময়ে মাটিতে ছড়াইয়া মাটি চাপা দিলে শিকড় মাটির ভিতর চলিয়া যায় এবং কাণ্ড উপর দিকে বাড়িতে থাকে। মটর দ্বিবীজপত্রী বীজ এবং অমৃশ্বেদী, কাজেই বীজটি মাটির উপর থাকিতে চায় না। ইহার প্রধান মূল ক্রমাগত নিচে নামিতে থাকে এবং কালক্রমে তাহা হইতে শাখা প্রশাখা নির্গত হয়।



৪২নং চিত্র—মটর ও মটরের মূল

এদিকে মাটির উপরেও প্রধানকাণ্ড হইতে ক্রমে শাখা প্রশাখা বাহির হয়।

মটর গাছ লতা বলিয়া ইহারা খাড়া হইয়া থাকিতে পারে না। অনেক সময় লতাইয়া ইহারা বেড়ার গায়ে কিংবা অন্য গাছে পালার উঠিয়া বাঁড়িয়া



৪৩ নং চিত্র—মটর গাছ

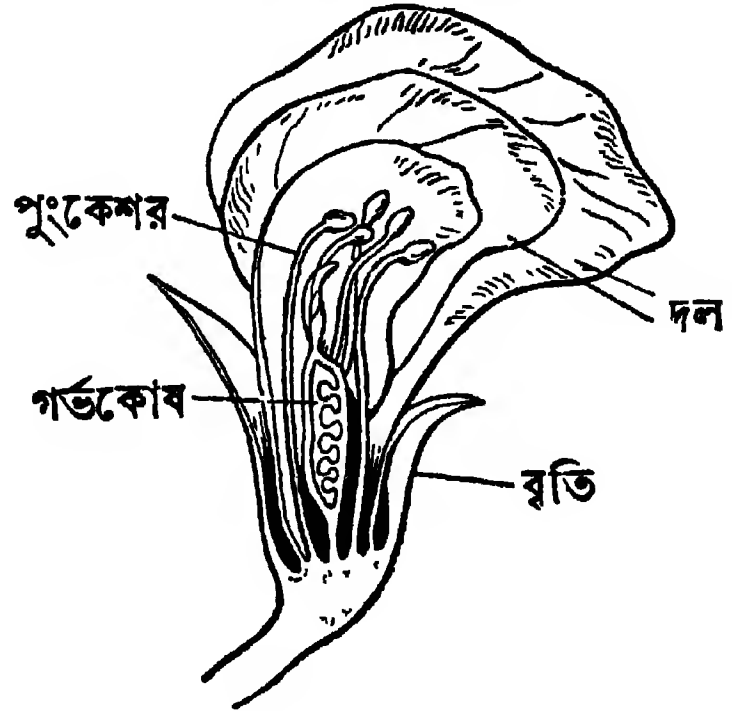
থাকে; কিন্তু যেখানে প্রচুর পরিমাণে চাষ হয় সেখানে ইহারা মাটিতেই লতাইয়া বাঁড়িতে থাকে। আশ্রয়কে জড়াইয়া ধরিবার জন্য ইহাদের পাতার অগ্রে আকর্ষ (Tendrils) আছে। চিত্র দেখিলে বুঝিতে পারিবে প্রতি সন্ধি হইতে পত্র নির্গত হয়। কিন্তু ঐ সন্ধিতে কাণ্ডকে ঘেরিয়া এক জোড়া উপপত্র (Stipules) বাহির হয়। ঐ সন্ধি হইতে মটরের ফুল এবং শাখা প্রশাখা বাহির হয়। এক বৌটায় কখন একটি কখন বা একগোছা ফুল হয় তাহা হইতে এক গোছা গুঁটি বা ফল হয়।

মটর ফুল সাধারণত বেগুনী এবং সাদা রংএ

মিশ্রিত; কখনও বা লাল আভাষুক্ত হয়। গাছে ফুল ফুটিলে দেখিতে মনোরম

হয়। মটর ফুলের একটি বিশেষত্ব আছে। ইহার পাঁচটি বৃতি একত্র জুড়িয়া একটি পদ্মকাটা বাটির মত দেখায়। কুঁড়ি অবস্থায় ফুল এই বৃতির মধ্যে লুকাইয়া থাকে এবং যত বড় হয় ততই এই বৃতি ফাটিয়া কুঁড়ির বাহির হইবার পথ প্রশস্ত করিয়া দেয়। তখন পাপড়িগুলি বৃতির চারিদিকে ছড়াইয়া পড়ে। ইহার পাঁচটি পাপড়ি এরূপ ভাবে গঠিত যে সমস্ত ফুলটিকে একটি পাল তোলা নৌকার মত দেখায়। দুটি পাপড়ি

জুড়িয়া নৌকার খোল (Keel) প্রস্তুত করে, তদুপরি পাখীর ডানার মত যে দুইটি পাপড়ি থাকে তাহা-
দিককে পক্ষ (Wing)
এবং ফুলের মধ্যবর্তী
সর্বাপেক্ষা বড় পাপড়ি-
টিকে ধ্বজা (Stand-
ard) বলা হয়। ইহার
পর দশটি পুরুষ কেশব।



৪৪ নং চিত্র—মটর ফুল

পুরুষ কেশরের দণ্ডগুলি

মাথায় থাকে পবাগধানী এবং পবাগধানীর মধ্যে থাকে দুইটি পবাগ পূর্ণ
গলি। গোড়ার দিকে নয়টি পুরুষ কেশর মিলিত হইয়া একটি নলের
মত আকার ধারণ করে এবং একটি পৃথক থাকে। পুরুষ কেশরের
পর থাকে গর্ভকেশর। গর্ভকেশরের গোড়ার দিক অপেক্ষাকৃত মোটা ও
কাঁপা—তাহার পর্বতী অংশ একটি দণ্ডের মত এবং মাথাটি গোল বলের
আয়। পুরুষ কেশর হইতে পরাগ আসিয়া এই অংশে লাগিলে তাহা গর্ভ
কেশরের গোড়ায় পৌঁছাইয়া বীজের সৃষ্টি করে। গর্ভকেশরের গোড়ার অংশ
এইভাবে বড় হইয়া শুষ্কিতে পরিণত হয় এবং ইহার মধ্যস্থ বীজগুলিই মটর

দানা। ইহা বা শুঁটির ভিতর সারিবদ্ধভাবে শুঁটিব একপাশে এক একটি বোঁটার সাহায্যে ঝুলিতে থাকে। একটি ফুলের পুরুষ কেশরের পরাগ ঐ ফুলের গর্ভকেশবে আসিয়া পড়িলে কিন্তু ফল হইবে না। ফুলের বর্ণে, গন্ধে ও বিচিত্র শোভায় আকৃষ্ট হইয়া কীট পতঙ্গাদি যখন একটি ফুলের পুরুষ কেশরের পরাগ দেহে লাগাইয়া আনিয়া অন্তঃফুলের গর্ভকেশবে পৌছাইয়া দেয় তখনই ফল ধবে।

মটব শুঁটি বা দানা কাঁচা বেলায় দেখিতে সবুজ, পাকিয়া শুকাইয়া গেলে হলুদে হইয়া যায়। মটব শুঁটি বেশ শুকাইয়া গেলে আপনা আপনি ফাটিয়া যায় ও ইহার ভিতর হইতে মটর দানা ছিটকাইয়া যায়। তাই চাষীবা পাকা শুঁটি সমেত গাছ উপড়াইয়া আনিয়া জমা করে এবং বোদ্ধে শুকাইয়া গরুদ্বা বা মাড়িয়া ইহা হইতে মটব কড়াইএব দানাগুলি পৃথক কবে।

মটবের কচি নবম গাছ শাক হিসাবে আমবা খাই। মটব ডাল আমাদের ভোজ্য। ইহাব খোসা গরব খাও। শুকনা ডাল গুঁড়া কবিয়া ব্যাসন প্রস্তুত হয়। ভিজা ডাল বাটিয়া নানাকপ মুখবোচক খাও প্রস্তুত করা যায়।

ধান ও মটরের তুলনা

ধান

মটব

- | | |
|--|---|
| ১। একবীজ পত্রী | ১। দ্বিবীজপত্রী |
| ২। প্রধান মূল কিছুদিন পবে শুকাইয়া যায়। শুষ্কমূল ইহাকে সজীব রাখে। | ২। প্রধান মূল ববাবর নিচে নামিতে থাকে এবং তাহা হইতে শাখা প্রশাখা বাহিব হয় |
| ৩। কাণ্ড কাঁপা এবং তাহাতে পর্ব ও সন্ধি পর পর থাকে। | ৩। কাণ্ড কাঁপা নয়—পর্বসন্ধি আছে। |
| ৪। পাতা মৌলিক, লম্বা এবং হৃদাল, শিরা সমান্তরাল | ৪। যৌগিক পাতা—পাতার ডগায় আকর্ষ, শিরা জালের মত |
| ৫। কাণ্ডের ডগায় একটি শীষে ফুল ও ফল ধরে। বৃতি ও পাপড়ি পরিস্ফুট নয়। | ৫। বৃতি পদ্মকাটা বাটির মত। পাঁচটি পাপড়ি জুড়িয়া নোকার আকার ধারণ করে। |
| ৬। গাছ ঘাস জাতীয়। | ৬। গাছ লতা জাতীয় |

সংক্ষেপ :—ধান বিভিন্ন প্রকারের—সর ও মোটা ইত্যাদি। চাষের সময় হিসাবে তিন রকম ধান—আশু, আমন ও বোরো। জমি যত নিচু হয় সেখানে তত মোটা ধান জন্মায়। ধানের গাছ কাপা। খাদ্য হিসাবে কোন শস্ত পৃথিবীতে এত অধিক পরিমাণে জন্মায় না। মটরও ধানের স্তার ভারতবাসীর নিত্য ভোজ্য। ইহার শুষ্ক ভূমিতে শীতকালে জন্মায়। মটরের গাছ লতানে, পাতা পোল—গাছে আকর্ষ আছে; ইহার ফুল দেখিতে মনোরম। শূঁটির ভিতর অনেকগুলি দানা সারিবদ্ধভাবে পৃথক্ পৃথক্ বোটার ঝুলিতে থাকে।

চতুর্থ প্রশ্নমালা

১। ধান বা মটর চাষ বৎসরের কোন সময় হয়? অঙ্কুরোদগম হইতে পাকা ধান বা শুষ্ক মটর পর্যন্ত উহাদের গাছের যে পরিবর্তন হয় তাহা লিখ। (What are the times for the cultivation of Paddy and Pea? Describe different stages of a Paddy plant or a Pea plant from the germination up to their harvesting time)

২। ‘ধান গাছের জীবন’ বা ‘মটর গাছের জীবন’ সম্বন্ধে একটি রচনা লিখ। (Write an essay on life history of ‘Paddy’ or ‘Pea’)

৩। ধান বা মটর ফুল বিকাশ লাভ করিয়া কিরূপে ফলে পরিণত হয় লিখ। (Write what you know of inflorescence of Paddy and Pea)

৪। ধান ও মটর কি কাজে লাগে লিখ। (State the uses of Paddy and Pea)

৫। ধান বা মটরের আবাদ কিরূপে হয় লিখ। (Write the process of cultivation of Pea and Paddy)

৬। ধান ও মটরের পার্থক্য পাশাপাশি লিখিয়া দেখাও। (Tabulate the distinction between Paddy and Pea.)

প্রাণী-বিজ্ঞান

প্রথম পরিচ্ছেদ

জীব ও জীবন লক্ষণ

কলেব সাহায্যে রেল গাড়ী, মোটর গাড়ী, ষ্টীমার, উডোজাহাজ প্রভৃতি কেমন দ্রুতবেগে ছুটিয়া চলে। মানুষ, পশুপক্ষীও এরূপ ছুটিয়া চলিতে পারে। মানুষ, পশু, পক্ষী প্রভৃতির জীবন আছে কিন্তু রেল গাড়ীর, মোটর গাড়ীর, ষ্টীমারের কিংবা উডোজাহাজের জীবন নাই। যাহাদের জীবন আছে তাহাদিগকে আমরা জীব (The Living) এবং যাহাদের জীবন নাই তাহাদিগকে জড় (The Non-living) বলি। আবার দেখ, গাছপালা মানুষের মত পশুপক্ষীর মত বাড়ে কিন্তু তাহাদের মত চলাফেরা করিতে পারে না। মানুষ যেমন আহাৰ্য গ্রহণ করিয়া তাহার কলেবর পুষ্ট করে গাছ পালাও সেরূপ যুক্তিকা হইতে তাহার আহাৰ্য সংগ্রহ করিয়া কলেবর পুষ্ট করে। আমরা জানি মানুষের মত গাছ পালাব জীবন আছে। আবার একটি মিছরীর দানাকে ঘন মিছরীর জলে ডুবাইয়া রাখিলে সে দানাটি বড় হইতে থাকে, কিন্তু তাই বলিয়া মিছরীর দানাব জীবন নাই, একথা আমরা সকলেই স্বীকার করি। এখানে রেল গাড়ী, মোটর, ষ্টীমার, উডোজাহাজ, মিছরীর দানা প্রভৃতি জড়, কিন্তু মানুষ, পশু, পক্ষী, উদ্ভিদ প্রভৃতি জীব। তাহা হইলে জড় ও জীবের লক্ষণ কি?

বিশেষ লক্ষ্য করিলে দেখা যায় জীব মাত্রেরই নিম্নলিখিত লক্ষণ গুলি আছে :—

- ১। জীবকোষ (Cell)—জীবের দেহ জীবকোষ দ্বারা গঠিত।
- ২। পুষ্টি (Nutrition)—আহাৰ্য গ্রহণ করিয়া জীবের দেহ ক্রমশ পুষ্ট হয়।
- ৩। বৃদ্ধি (Growth)—সময় সহকারে অঙ্গ প্রত্যঙ্গের বৃদ্ধি হয়।
- ৪। শ্বাসপ্রশ্বাস (Respiration)—শ্বাস প্রশ্বাস গ্রহণ ও ত্যাগ করে।

৫। নিঃসরণ (Secretion)—শরীর হইতে অপ্রয়োজনীয় অংশ ত্যাগ করে।

৬। চলাফেরা (Locomotion)—শরীর নাড়িতে পারে ও শরীরকে একস্থান হইতে অন্যস্থানে লইয়া যাইতে পারে।

৭। সংবেদনীয় শক্তি (Response to stimuli)—আছে ও পারিপার্শ্বিক অবস্থায় নিজেকে চালাইয়া লইতে (Adaptability to environments.) পারে।

৮। বংশবৃদ্ধি (Propagation)—কবিত্তে পারে।

৯। মৃত্যু (Death)—জীবের মৃত্যু অবশ্যজ্ঞাবী।

জীবকোষের বিষয় দেহতত্ত্বে বিশেষরূপে বলা হইবে। যে সকল জীবকোষ প্রাচীর দ্বারা ঘেবা নহে তাহাদেব দ্বারা গঠিত দেহ নবম হয় কিন্তু যে দেহ প্রাচীর বেষ্টিত কোষ দ্বারা গঠিত তাহা শক্ত হয়। প্রাচীর বেষ্টিত কোষ দ্বারা উদ্ভিদ-দেহ এবং প্রাচীরহীন কোষ দ্বারা জীবদেহ গঠিত তাই প্রাণী দেহ অপেক্ষা উদ্ভিদেব দেহ কঠিন।

এইখানে একটি কথা বলিয়া রাখি। তোমরা আট দশ দিন পূর্বে জন্মিয়াছে এমন খুব ছোট তেঁতুল চাবাব সহিত একটি বড় তেঁতুল গাছেব তুলনা করিলে দেখিবে ইহাৰা একই বংশজাত হইলেও ইহাদেব শরীরেব পার্থক্য কত অধিক। তেঁতুল চাবাব পাতা, কাণ্ড, শিকড় এবং বড় তেঁতুল গাছেব পাতা, কাণ্ড, শিকড় প্রভৃতির মধ্যে কত পার্থক্য। চারা গাছটিব পাতাগুলি বড় গাছেব পাতা হইতে কত ভিন্ন। ইহাৰ কারণ বয়ো-বৃদ্ধিসহকারে এবং পারিপার্শ্বিক অবস্থায় পড়িয়া বড় গাছেব সম্যক বিকাশ লাভ ঘটিয়াছে, কিন্তু চারা গাছেব এমন সৰ্বজনীন বিকাশ লাভ ঘটে নাই, তাই এই পার্থক্য। শিশু সন্তান ও পূর্ণাঙ্গ মানুষের মধ্যেও এমন অনেক পার্থক্য দেখা যায়।

এইবার আমরা সমস্ত জীব জগতকে দুইটি প্রধান অংশে বিভক্ত করিয়া তাহাদেব সাদৃশ্য বা পার্থক্য গুলি বিচার করিয়া দেখিব। তাহাদেব মধ্যে একটি প্রাণি-জগৎ অপরটি উদ্ভিদ-জগৎ।

প্রাণী এবং উদ্ভিদের মধ্যে সাদৃশ্য বা পার্থক্য :—

প্রাণী	উদ্ভিদ
১। দেহ আবৃত্ত জীবকোষ দ্বারা গঠিত।	১। দেহ আবৃত্ত জীবকোষ দ্বারা গঠিত।
২। খাদ্য খাইয়া শবীবের পুষ্টিসাধন করে।	২। জল, মাটি ও বাতাস হইতে বিচিত্র প্রণালী দ্বারা খাদ্য প্রস্তুত করিয়া সেই খাদ্যদ্বারা শবীব পুষ্ট করে।
৩। আহাৰ্য আহারোপযোগী হইলে তবে উদবস্থ করে।	৩। কাঁচা মাল দেহমধ্যে লইয়া স্বীয় শক্তি দ্বারা আহারোপযোগী করিয়া গ্রহণ করে।
৪। খাদ্যেব সাহায্যে শরীর বৃদ্ধি করে ও শরীরের অপচয় নিবারণ করে।	৪। অনুরূপ কার্য করে।
৫। বায়ু হইতে অক্সিজেন গ্রহণ করে ও অক্সিজেন বাষ্পত্যাগ করে। (পরে বলা হইবে)	৫। অনুরূপ কাৰ্য করে।
৬। শরীর হইতে অপ্ৰয়োজনীয় অংশ ত্যাগ করে।	৬। অনুরূপ কার্য করে।
৭। শরীর নাড়িতে পাবে ও ইচ্ছামত চলাফেরা করিতে পারে।	৭। শরীর নাড়িতে পাবে—বড় বড় উদ্ভিদ চলাফেরা করিতে পাবে না বটে, ছোট ছোট জলজ উদ্ভিদ চলাচল করিতে পাবে।
৮। সংবেদনীয় শক্তি আছে। চিমটি কাটিলে বেদনা পায়। চতুষ্পার্শ্বের সহিত সামঞ্জস্য রক্ষা কবিত্তে পারে।	৮। সংবেদনীয় শক্তি আছে। লজ্জাবতী লতা ছুঁইলে যেন লজ্জায় মুস্টিয়া যায়। চতুষ্পার্শ্বের সহিত সামঞ্জস্য রক্ষা কবিত্তে পারে।
৯। বংশ বৃদ্ধি করিতে পারে।	৯। বংশ বৃদ্ধি করিতে পারে।
১০। বুদ্ধি বলে ও শরীর মধ্যস্থ নাড়ের সাহায্যে কার্য নিবন্ধিত করিতে পারে।	১০। বুদ্ধি আছে বলিয়া জানা যায় না। নাড়ের সন্ধান পাওয়া যায়।
১১। মৃত্যু আছে।	১১। মৃত্যু আছে।

এতদ্ভিন্ন প্রাণিগণ যেমন ঘুমায় অনেক গাছও তেমনিই ঘুমায়। তেঁতুল, কুশুচূড়া, ধিরিশ, বাবলা প্রভৃতি গাছের পাতা রাত্ৰিকালে একত্র হইয়া যেন ঝিমঝিম পড়ে, ইহা ইয়ত অনেকেই লক্ষ্য করিয়া থাকিবে।

এই সূক্ষ্ম বিষয় আলোচনা করিলে বুঝা যায়, জীব জগতেব মধ্যে মানুষই চরম বিকাশ ও সৃষ্টি রহস্যের সর্বোচ্চ উৎকর্ষতা লাভ করিয়াছে—তাই সে জীবজগতের উন্নততম জীব।

জীবের লক্ষণ বিচার করিয়া দেখিলেও আমরা বুঝিতে পারিব, সকল লক্ষণ গুলিই সকল জীবের মধ্যে সম্যকরূপে বিকাশ লাভ করিতে পারে নাই। মানুষের মধ্যে যতগুলি লক্ষণ পূর্ণতা লাভ করিয়াছে ইতব প্রাণিদের মধ্যে ততগুলি লক্ষণ পূর্ণতা প্রাপ্ত হয় নাই। আবার ইতব প্রাণিদের মধ্যে যতগুলি লক্ষণ পূর্ণতা প্রাপ্ত হইয়াছে, উদ্ভিদের মধ্যে হয়ত ততগুলি লক্ষণ পূর্ণতা প্রাপ্ত হয় নাই।

জড় পদার্থের মধ্যে উপরোক্ত জীবন লক্ষণের কোনটি দৃষ্ট হয় না। উদ্ভিদ তাহাদের বিভিন্ন দেহাংশ দ্বারা কার্যগুলি সম্পন্ন কবে দেখিয়াছ। যখন প্রাণিদের ঐ সকল দেহাংশের বিষয় বলা হইবে তখন তাহাদের কার্য কবিবার প্রণালী গুলিও বর্ণিত হইবে।

সংক্ষেপ :- বাহাদের জীবন আছে তাহারা জীব, বাহাদের জীবন নাই তাহারা জড় ; উদ্ভিদ সেই হিসাবে জীব। জীবদেহ কোষ দ্বারা গঠিত। ইহারা খাদ্য খাইয়া দেহ পুষ্ট কবে ও অপচয় নিবারণ করে, শ্বাস লয়, অপ্রয়োজনীয় অংশ ত্যাগ করে ও বংশবৃদ্ধি কবে, উচ্ছ্রামত অনেকে চলাফেরা করিতে পারে, সংবেদন শক্তি আছে।

প্রথম প্রশ্নমালা

১। জীবনের কি কি লক্ষণ থাকা চাই? লক্ষণগুলির সম্বন্ধে আলোচনা কর। (What are the signs of life? Give an account of those signs.)

২। উদ্ভিদকে জীব বলা বাইতে পারে কি? যদি পারে যায় তবে কেন? (Have the plants life? How can it be proved?)

৩। প্রাণী ও উদ্ভিদের মধ্যে কি কি সাদৃশ্য ও কি কি বৈষম্য দেখা যায় পাশাপাশি লিখিয়া দেখাও। (Distinguish between a plant and a living being.)

৪। কি কি বৈশিষ্ট্য দ্বারা জীব ও জড়ের পার্থক্য বুঝা যায়? (What are the characteristics which distinguish between the living from the non-living?)

(কঃ বিঃ ১৯৪০)

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ

প্রাণীদের শ্রেণী বিভাগ

পৃথিবী জুড়িয়া যেমন অসংখ্য প্রকারের উদ্ভিদ আছে, তেমনই স্থল, জল ও আকাশ জুড়িয়া কত যে বিভিন্ন প্রকারের জীব বিচরণ করিতেছে তাহার সংখ্যা নির্ণয় কবিতে কে পাবে? ইহাদেব দেহ গঠন হইতে আরম্ভ কবিয়া আচার ব্যবহার ও জীবন যাত্রার প্রণালী এত বিভিন্ন যে চিন্তা কবিয়াও তাহাদেব ধাবণা কবা যায় না। এক ফোঁটা জল অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে দেখিলে তাহাতে যে অসংখ্য জীবাণু দেখা যায় তাহাবা যেমন প্রাণী, পূর্ণাঙ্গ মানুষ, গরু, মহিষ, সিংহ, হাতী ইত্যাদিও তেমনি প্রাণী। ইহাদেব প্রত্যেকটির পবিচয় লওয়া মানুষেব সাধ্যাতীত। কিন্তু শ্রেণী বিভাগ করিয়া কোন্ জীব কোন্ শ্রেণীৰ অন্তর্গত ইহা নির্ণয় কবিতে পাবিলে তাহাদেব প্রকৃতিগত সাদৃশ্য বা বৈষম্য হইতে তাহাদেব সম্বন্ধে অনেক কিছু ধাবণা কবিতে পাবা যায়।

মানুষ, সিংহ, ব্যাঘ্র, গরু, চাগল, কুকুৰ, বিড়াল, পাখী, সাপ, ব্যাঙ ও মাছ— এই সকল জীবদেহে হাড় দেখিতে পাওয়া যায়, কিন্তু প্রজাপতি, পিপীলিকা, মৌমাছি, মাকড়সা, কেঁচো, জেঁক, শামুক এবং ঝিনুক প্রভৃতি জীবের দেহে হাড় নাই। শবীবের সমস্ত হাড়ের মধ্যে শিরদাঁড়া বা মেরুদণ্ডই সর্বাপেক্ষা প্রয়োজনীয় এবং প্রধান। এই মেরুদণ্ড আছে বলিয়াই মানুষ খাড়া হইয়া চলিতে পাবে; গরু, ঘোড়ার দেহগঠন এই মেরুদণ্ডেব জন্তই সৃষ্ট থাকে। কিন্তু এই মেরুদণ্ড একখানি হাড় নহে, একসঙ্গে দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ বহু সংখ্যক হাড় দিয়া ইহা গঠিত। এইজন্য মেরুদণ্ডবিশিষ্ট প্রাণিগণ স্ব স্ব দেহ অস্বাধিক পবিমাণে ঝাঁকাইতে সমর্থ হয়।

• সাপ, গিরগিটি, কুমীর প্রভৃতি সবীম্প, কুকুৰ, ঘোড়া, গরু সিংহ, ব্যাঘ্র

প্রভৃতি পশু, কাক, চিল, শকুন, সালিক প্রভৃতি পক্ষী, কই, কাতলা প্রভৃতি মাছ, এবং মানুষ প্রভৃতি জীবের দেহগঠন তুলনা করিলে দেখা যায় ইহাদের সকলের দেহ একটি লম্বা হাড়ের কাঠামোর উপর নির্মিত। এই লম্বা কাঠামোর প্রধান হাড়টি মেরুদণ্ড। যে সকল জীবের মেরুদণ্ড আছে তাহাদিগকে **মেরুদণ্ডী (Vertebrata)** বলা হয়। আবার এই মেরুদণ্ডের শাখার দ্বারা কতকগুলি হাড় বাহির হইয়া জীবগণের হস্ত পদাদি কাঠাম ঠিক করে। মানুষের হাত পা যতটা প্রত্যক্ষ, ইতর প্রাণীদের হাত পা তত প্রত্যক্ষ নহে। চতুষ্পদ জন্তু এবং গিবগিটি ও টিকটিকি প্রভৃতি চতুষ্পদ সরীসৃপের দুইটি হাত বা দুইটি পা, চারিটি পায়েব মতই দেখায়, এবং সেইরূপ কাজও করিয়া থাকে। কিন্তু যদি এই সকল প্রাণী খাড়া হইয়া চলিতে পারিত তাহা হইলে ইহাদের সম্মুখের পা দুইটি উহাদের হাত বলিয়া মনে হইত। কুকুর, বিড়াল, ব্যাঘ্র, সিংহ প্রভৃতি জানোয়াবদিগকে দেখা যায় একটি পায়ে কোন বস্তু চাপিয়া ধরিয়া অল্প পায়ে তাহা ছিঁড়িয়া ফেলে। এস্থলে পা দিয়া তাহারা হাতেব কাজই করিয়া থাকে। মানুষ, বনমানুষ প্রভৃতি প্রাণীদিগকে সামনেব দুইটি পা দিয়া হাতেব কাজ করিতে বিশেষরূপে দেখা যায়। কিন্তু সাপের একপ হাত পা দেখা যায় না।

পক্ষীদের মধ্যে চতুষ্পদ জানোয়াবদের মত সামনে দুইটি পা দেখিতে পাওয়া যায় না বটে, দুইটি ডানা তৎপরিবর্তে তাহাদের হাতের দ্বারা অনেক প্রয়োজনীয় কাজ করিয়া থাকে। মাছের একপ হাত পা কিছুই নাই। কিন্তু পরিবর্তে আছে দুই জোড়া পাখী—যাহার দ্বারা ইহারা জলে সাঁতার দিয়া থাকে। প্রকৃত প্রস্তাবে ইহারা হাত পায়েরই কাজ করে। গাছপালার কথায় আমরা দেখিয়াছি কোন কোন গাছের কোন এক বিশেষ অঙ্গ কোন এক বিশেষ কাজ করিবাব জন্য যেরূপ রূপান্তরিত হয়, মেরুদণ্ডী প্রাণীদের হাত পা প্রভৃতি অঙ্গ প্রত্যঙ্গও তেমনই নানারূপে প্রকাশ পায়। কাজ করিবার পক্ষে মানুষের হাত পা'ই যথেষ্ট। কিন্তু অগ্ন্যান্ত প্রাণীকে লেজ দিয়াও অনেক কাজ করিতে হয়। তাহা হইলে সকল মেরুদণ্ডী প্রাণীর দেহ দুইটি প্রধান ভাগে বিভক্ত করা যাইতে পারে, যথা—মুণ্ড ও

ধড়। কোন কোন প্রাণীর ধড়ের পাশ হইতে হাত, পা, ডানা, লেজ ইত্যাদি শাখা বাহির হয়, কাহারও হয় না। মুণ্ডে সাধারণত চোখ, মুখ, নাক, কান, ইত্যাদি এবং ধড়ে কাঁধ, পেট, পিঠ, হাত, পা, লেজ থাকে। বৃকে মেরুদণ্ড হইতে কতকগুলি শাখা হাড় বাহির হইয়া একটি খাঁচা প্রস্তুত করে। এই খাঁচার ভিতর থাকে তাহাদের সর্বাঙ্গের প্রয়োজনীয় যন্ত্র হৃদপিণ্ড, ফুস্ ফুস্ ইত্যাদি। ইহারা অতিশয় স্বকুমার বলিয়া ভগবান ইহাদিগকে ঐ খাঁচার ভিতর স্থান দিয়া সুবক্ষিত করিয়াছেন। হাত, পা ও লেজ সাধারণত লম্বা হাড় দিয়া প্রস্তুত। হাতে এবং পায়ে প্রশাখার মত যে আঙ্গুল বাহির হয় তাহাও কতকগুলি ছোট লম্বা হাড়ের সমষ্টি মাত্র। মাথায় যে আমাদের যন্ত্র আমাদের সকল কর্ম নিয়ন্ত্রিত করিতেছে তাহা অতীব স্বকুমার এবং সর্বাধিক প্রয়োজনীয়। সেজন্য ইহা হাড়ে প্রস্তুত একটি কোঁটায় কোঁশলে সুবক্ষিত।

যে সকল প্রাণীর মেরুদণ্ড নাই তাহাদিগকে **অমেরুদণ্ডী** (Invertebrata) প্রাণী বলা হয়। মেরুদণ্ডী প্রাণীও যেমন অসংখ্য প্রকারের অমেরুদণ্ডী প্রাণীও তেমনি অসংখ্য প্রকারের। তাই আবার উক্ত দুই প্রকার প্রাণীকেই আরও বিভিন্ন প্রকারে পূর্বের অন্তর্ভুক্ত করা কয়।

মেরুদণ্ডী প্রাণীদিগকে, মাছ, সর্পীশ, পাখী, চতুষ্পদ ও মানুষ প্রভৃতি শ্রেণীতে বিভক্ত করা হয়। তন্মধ্যে মাছের সম্বন্ধে তোমাদিগকে কিছু বলা হইয়াছে এবং পবে কিছু বলা হইবে। চতুষ্পদ জন্তুদের মধ্যে গরু, ছাগল, ভেড়া প্রভৃতি পশুর দুধ খাইয়া আমাদের শিশুগণ পুষ্টিলাভ করে। আমাদের মাতৃবক্ষে দুধ এত প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায় না যাহাতে কেবলমাত্র সেই দুধ খাইয়া আমাদের শিশুগণ বাঁচিতে পাবে। তাই আমরা ইতর প্রাণীর দুধ সংগ্রহ করিয়া থাকি। চতুষ্পদ প্রাণিগণ তাহাদের সন্তানদিগকে স্তন্যপান করাইয়া বাঁচাইয়া রাখে, কিন্তু সকল ইতর প্রাণী তাহাদের শিশুদিগকে স্তন্যপান করায় না। যে সকল প্রাণী স্তন্যপান করাইয়া শিশুদিগকে বাঁচাইয়া রাখে তাহাদিগকে **স্তন্যপায়ী** (Mammal) বলা হয়। মানুষ এবং পশু স্তন্যপায়ী প্রাণী।

অন্যান্য প্রাণী হইতে স্তন্যপায়ীর অনেক পার্থক্য দেখা যায়। স্তন্যপায়ীদের গর্ভ হইতে একেবারে সন্তান ভূমিষ্ট হয়; কিন্তু অন্য প্রাণীর ডিম হয়। তাই যে সকল প্রাণীর ডিম হয় তাহাদিগকে অনেক সময় দ্বিজ বলা হয়। পাখীরা দ্বিজ। সমস্ত স্তন্যপায়ী জীবের দাঁত আছে বলিয়া ইহারা খাদ্য চিবাইয়া খায়।

স্তন্যপায়ী প্রাণীর মধ্যে আবাব দুই বকম প্রাণী দেখা যায়—মাংসাশী (Carnivorous) ও নিরামিষাশী (Vegetarian)। মাংসাশী প্রাণী সাধারণত হিংস্র। ইহাদের দেহগঠন শিকাবের উপযুক্ত বলিয়া অপেক্ষাকৃত হাল্কা; ইহাদের পেট ছোট, পাগুলি দৌড়াইবার পক্ষে অতিশয় সুবিধাজনকভাবে গঠিত; দাঁত ও নখ অতিশয় ধারাল এবং ভয়ঙ্কর অস্ত্রের কাজ করে। নিরামিষাশী প্রাণীদের দেহ অপেক্ষাকৃত স্থূল এবং ভারী। দাঁত তত তীক্ষ্ণ নয়, ইহাদের উদর বৃহৎ। ইহাদের নখ নাই; তৎপরিবর্তে খুব আছে।

শিশুদিগকে স্তন্যপান করাইবার জন্য স্তন্যপায়ী জীব অধিক দিন আপন সন্তানের সংস্রবে থাকে বলিয়া ইহাদের সম্মান বাৎসল্য অতীব প্রবল। ইহাদের দৃষ্টিশক্তি, শ্রবণশক্তি এবং শ্রবণশক্তি অন্যান্য প্রাণীদের অপেক্ষা অধিকতর প্রবল। স্তন্যপায়ী জীবগণের স্বভাব এবং দেহ গঠন প্রণালী অনেকটা মানুষের স্বভাব এবং দেহগঠন প্রণালীর মত।

মেরুদণ্ডী প্রাণীদের সকলগুলির বিষয়ে তোমাদের অল্প বিস্তর জানা আছে। কিন্তু অমেরুদণ্ডী প্রাণীদের বিষয় শুনিলে তোমরা আশ্চর্যান্বিত হইয়া যাইবে। এক্ষণে মেরুদণ্ডী ও অমেরুদণ্ডী প্রাণীদিগকে পর্বানুক্রমে (Phyla) সাজাইয়া তাহাদের সম্বন্ধে নিচে বলা হইল।

প্রথম পর্ব—প্রোটোজোয়া (Protozoa) বা আত্মপ্রাণী :—এই পর্বের প্রাণিগণ এক কোষ (Cell) বিশিষ্ট। ইহারা এত ক্ষুদ্র যে অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্য ছাড়া ইহাদিগকে দেখা যায় না। মানুষ বা অন্যান্য প্রাণীর দেহে থাকিয়া ইহারা রোগ জন্মায়। অ্যামিবা নামক প্রোটোজোয়া হইতে আমাশয় এবং ম্যালেরিয়ার বীজাণু হইতে ম্যালেরিয়া রোগ হইয়া থাকে। ইহারা জলময় পদার্থে

বা স্থলে ভালভাবে থাকিতে পারে। কিন্তু ইহারা জলে স্থলে শূন্যে সকল জায়গায় থাকে। একটি কোবের সাহায্যে ইহারা হাত, পা, মুখ, নাক প্রভৃতি ইন্দ্রিয়ের কাজ করিয়া থাকে। ইহাদের একটি প্রাণীর দেহ ডাকিয়া একটি ক্রমে আর একটি প্রাণী জন্মায়। এইরূপে ইহাদের বংশ বৃদ্ধি হয়।

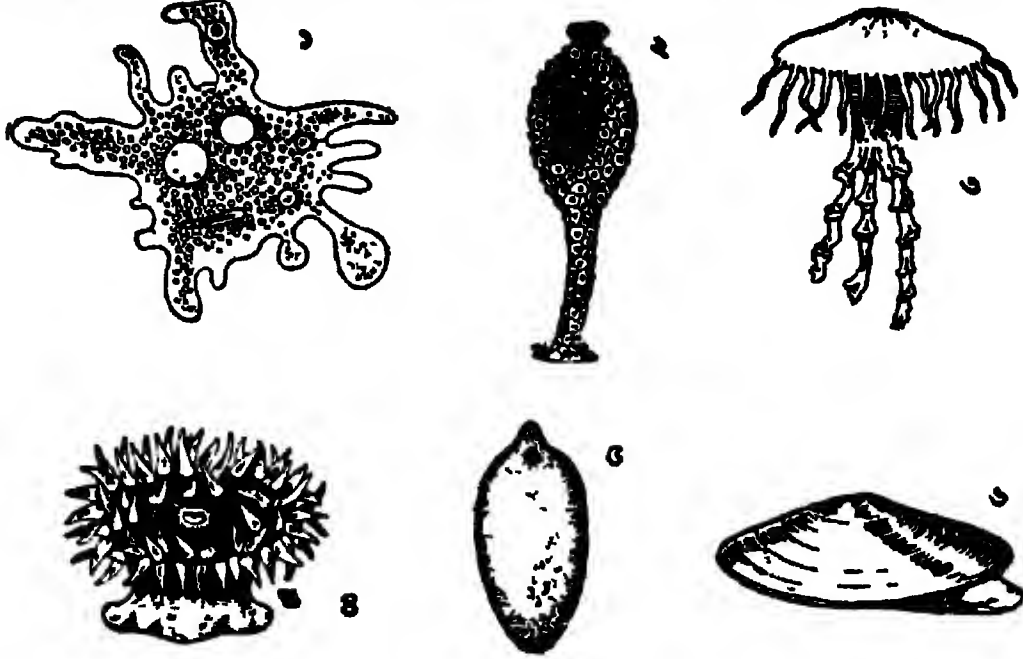
দ্বিতীয় পর্ব—পরিফেরা (Porifera) বা ছিজাল প্রাণী :—ইহারা সমুদ্র গর্ভে অধিক পরিমাণে থাকে। ইহারা জলেই বাস করে। দেখিতে সবুজবর্ণের বলিয়া ইহাদিগকে উদ্ভিদ বলিয়া ভ্রম হয়। স্পষ্ট এই সকল প্রাণীর দেহাবশেষ ছাড়া আর কিছুই নহে। ইহাদের দেহে বহু ছিদ্র আছে। ইহারা জলমিশ্রিত খাদ্য এই ছিদ্র দিয়া গ্রহণ কবে আবার দূষিত পদার্থও ঐ সকল ছিদ্র দিয়া বাহির করিয়া দেয়। ইহাদের দেহ দুইস্তরে সজ্জিত।

তৃতীয় পর্ব—সিলেন্টারেটা (Coelenterata) বা একনালী দেহী :—ইহারাও জলচর প্রাণী এবং ইহাদের দেহও দুইস্তরে গঠিত। ইহাদের দেহে একটি মাত্র ছিদ্র আছে তাই দিয়া ইহারা আহার গ্রহণ ও দূষিত পদার্থ ত্যাগ কবে। ইহাদের অনেকের শুঁড় (Tentacle) আছে। তদ্বারা ইহারা শত্রুর আক্রমণ হইতে আত্মরক্ষা কবে। হাইড্রা (Hydra), জেলি-মাছ (Jelly-fish), সাগর কুম্ম (Sea anemone) প্রভৃতি এই জাতীয় জীব, সমুদ্র গর্ভস্থ প্রবাল ইহাদের দেহাবশেষ। তোমরা প্রবাল দ্বীপের কথা নিশ্চয় শুনিয়াছ।

চতুর্থ পর্ব—প্ল্যাটিহেল্মিন্থেস—(Platyhelminthes) বা চ্যাপ্টা কৃমি :—ইহাদের দেহ চ্যাপ্টা। মানুষ এবং পশু প্রভৃতি উচ্চশ্রেণীর প্রাণীর যকৃতে ইহারা জন্মিয়া থাকে বলিয়া ইহাদিগকে যকৃত কৃমি (Liver Fluke) বলা হয়। ইহারা অধিকাংশ উভয় লিঙ্গ।

পঞ্চম পর্ব—নিমাথেল্মিন্থেস (Nemathelminthes) গোল কৃমি-মানুষ বা উচ্চশ্রেণীর প্রাণীদের দেহে ইহারা বাস কবে। ইহারা সূতাৰ মত লম্বা এবং ইহাদের স্বকৃ আছে। মলের সহিত যে কৃমি বাহির হয় তাহারা এই জাতীয়

জীব, ইহাদের মুখ, পৌষ্টিক নালী ও পায়ু আছে। ইহাদের দেহের আবরণ অপেক্ষাকৃত পুরু অথচ স্বচ্ছ। ইহাদের বেশীর ভাগ জীবের স্ত্রী ও পুরুষ জন্মায়।



১নং চিত্র—প্রোটোজোয়া, স্পঞ্জ ও সাগর কুহুম

ষষ্ঠ পর্ব—আনেলিডা (Annelida) বা অঙ্গুরী মাল :—পর পর্ব কতকগুলি আংটি সাজাইয়া লম্বা কবিলে যেরূপ দেখায় ইহাদেব দেহ দেখিতে সেইরূপ, ইহাদেব দেহ স্বচ্ছত্বক (Cuticle) দ্বারা আবৃত। কেঁচো এবং জোঁক প্রভৃতি জীব এই পর্বভুক্ত। ইহাদের কাহারও কাহারও গায়ে কিটা (Chaeta) আছে। ইহারা উভয় লিঙ্গ।



২ নং চিত্র—ভাঙ্গা সাহ ও জোঁক

সপ্তম পর্ব—একাইনোডার্মাটা (Echinodermata) কণ্টকত্বক :—

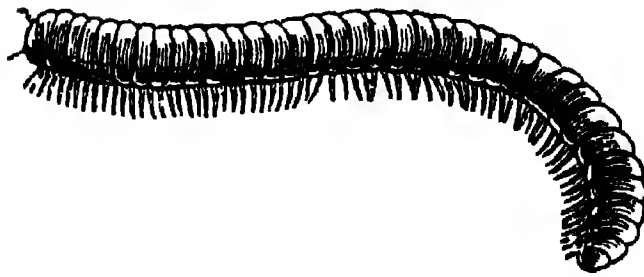
ইহাদের দেহ চূন জাতীয় পদার্থ দ্বারা গঠিত এবং সারা দেহ কণ্টকময়। ইহাদের রূপের বৈচিত্র্য ইহাদিগকে মনোরম করিয়া তুলে। সমুদ্র জলে ইহারা বাস করে। তারা মাছ (Star fish) এবং শুঁয়াযুক্ত তারা মাছ এই পর্বভুক্ত প্রাণী। ইহাদের জী-পুরুষ ভেদ আছে। ইহারা মন্থরগামী প্রাণী।

অষ্টম পর্ব—অর্থ্রোপোডা (Arthropoda) সন্ধিপদ :—ইহাদের



৩নং চিত্র—কয়েকটি সন্ধিপদ প্রাণী

দেহে জোড়া জোড়া পা থাকে বলিয়া এইরূপ নাম হইয়াছে। চিংড়ি, কেন্নো,



৪নং চিত্র—কেন্নো

পিপীলিকা, বিছা, মাছি, মশা, কাকডা প্রভৃতি প্রাণী এবং অগ্নাগ্র কীট পতঙ্গাদি এই পর্বভুক্ত। ইহাদের দেহ অপেক্ষাকৃত কঠিন একটি

আবরণে আবৃত এবং দেহ-

গুলি খণ্ড খণ্ড অঙ্গবীর সমাবেশের দ্বারা। চিংড়ির মুখের দুইধাৰে ঠোঁটের দ্বারা যে পাতলা অংশ আছে তাহাকে ইহাদের প্রবর্ধন (Appendage) বলে। এই জাতীয় অনেক প্রাণীরই এইরূপ প্রবর্ধন আছে। ইহাদের দেহ এমনভাবে গঠিত যে মাঝামাঝি কাটিলে দুইটি অঙ্গরূপ অংশে ইহারা বিভক্ত হইতে পারে। ইহাদের মধ্যেও জী-পুরুষ আছে।

নবম পর্ব—মলাস্কা (Mollusca) শঙ্খুক :—ইহারা মন্থরগামী এবং ভীক-স্বভাব জীব। ইহাদের দেহও একটি চূন জাতীয় কঠিন আবরণে আবৃত থাকে ,

মাংসল দেহ ইচ্ছামত ঐ খোসার ভিতরে লইয়া যাইতে ও বাহিরে আনিতে



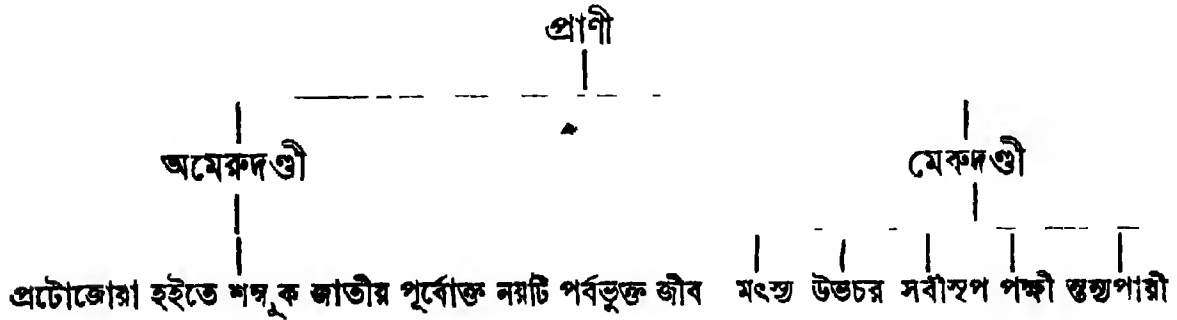
৩নং চিত্র—শামুক

পারে। ইহাদের শ্বাস গ্রহণ, রক্ত সঞ্চালন প্রভৃতি ক্রিয়া মেরুদণ্ডী প্রাণীর মতই হইয়া থাকে। ইহাদের দেহের কঠিন আবরণ পোড়াইয়া চুন প্রস্তুত করা যায়। ইহাদের মধ্যে কোন কোন জীবের স্ত্রী ও

পুরুষ জন্মায় আবার কোন কোন জাতীয় উভয় লিঙ্গ। শামুক, বিলুপ্ত, শাঁখ প্রভৃতি এই পর্বভুক্ত জীব।

দশম পর্ব—কর্ডাটা (Chordata) মেরুদণ্ডী:—ইহাই প্রাণীদের মধ্যে উচ্চতম শ্রেণীর জীব। অন্য সকল জীব হইতে ইহাদের প্রধান বিশেষত্ব এই যে ইহাদের মেরুদণ্ড ও মস্তিষ্ক আছে। ইহাদের কথা পূর্বে ই বলা হইয়াছে।

নিম্নে প্রাণীদের শ্রেণী বিভাগেব একটি তালিকা প্রস্তুত করিয়া দেওয়া হইল।



মেরুদণ্ডী ও অমেরুদণ্ডী প্রাণীদের তুলনা

অমেরুদণ্ডী

- ১। মেরুদণ্ড নাই
- ২। বাহাদের নার্ভ আছে, তাহাদের পেটের দিকে নার্ভ আছে।
- ৩। ক্যারিংসে ছিদ্র নাই, শ্বাসকার্যের অন্ত্র ব্যবস্থা আছে
- ৪। অনেকের চক্ষু নাই, বাহাদের চক্ষু আছে তাহাদের অধিকাংশের পুঞ্জাক্ষি
- ৫। বাহাদের হৃদয় আছে তাহাদের হৃদয় পিঠের দিকে অবস্থিত

মেরুদণ্ডী

- ১। মেরুদণ্ড আছে
- ২। সকলের নার্ভ আছে এবং তাহা পিঠের দিকে
- ৩। ক্যারিংসে ছিদ্র আছে তদ্ব্যতীত শ্বাস কার্যের ব্যবস্থা আছে
- ৪। সকলেরই সরল চক্ষু আছে।
- ৫। সকলের হৃদয় আছে তাহা পেটের দিকে

সংক্ষেপ—পৃথিবীতে অসংখ্য প্রকারের জীব বর্তমান, জলের জীবাণু, আমাশয়, ম্যালেরিয়া, প্রভৃতি রোগের বীজাণু যেমন প্রাণী, কৃষি, কীট পতঙ্গ ইহঁতে গরু, মহিষ প্রভৃতি জন্তু ও মানুষ ভেমনই প্রাণী। কিন্তু প্রত্যেক প্রকার জীবদেহের গঠন, জীবন ধারা, আকার অবয়ব প্রভৃতি বিভিন্ন, সেই হিসাবে সমস্ত প্রাণীদ্বিগকে দশটি পর্বে বিভক্ত করা হয়।

দ্বিতীয় প্রশ্নমালা

১। প্রাণী-জগতের বিভিন্ন শ্রেণীগুলির বর্ণনা কর। (Write down general classification of the living)

২। একমালীদেহী এবং অঙ্গুরীমালা প্রাণিদেব পার্থক্য কি? (What are the peculiarities of the following phyla—Coelenterata and Annelida)

৩। মেরুদণ্ডী এবং অমেরুদণ্ডী প্রাণীদের তুলনা কর। (Compare vertebrata with invertebrata)

তৃতীয় পরিচ্ছেদ

কয়েকটি কীট পতঙ্গ

কেঁচো

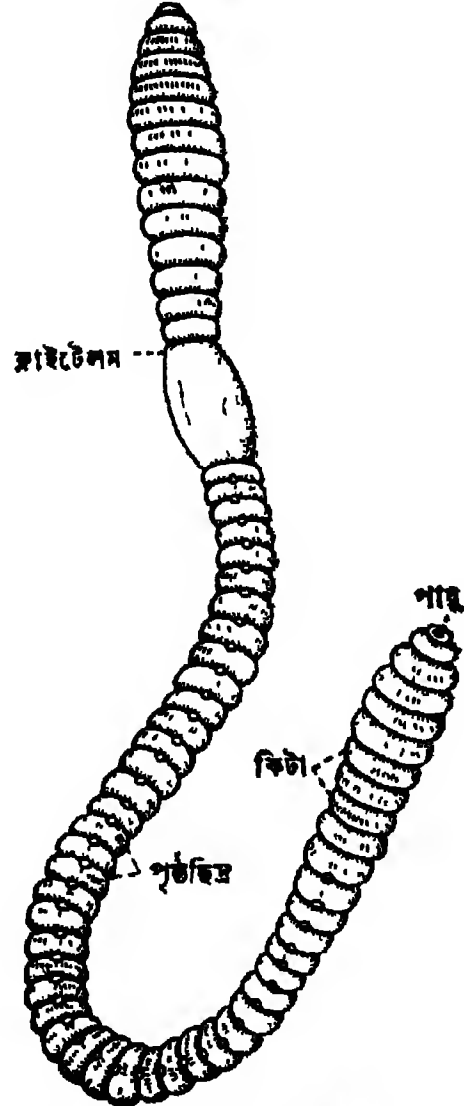
কেঁচো অঙ্গুরীমাল পৰ তুৰু উভয়লিঙ্গ অর্থাৎ ইহাদেব প্রত্যেকটিকে জী বা পুরুষ দুই বলা যায়। ইহাদেব দেহেব কিছু অংশ কাটিয়া দিলে আবাব তাহা বাড়িয়া যায়। ইহাবা মাটিব নিচে বাস কবে। আহাব অন্বেষণ কালে ইহাবা মাটির উপরে আসে—কার্য সিদ্ধ হইলে আবাব মাটিব নিচে চলিয়া যায়। সাধাবণত দিনের আলোতে ইহাবা বাহিবে আসে না। কেঁচো অতি ভীক প্রাণী এবং জগতে কাহাবও অনিষ্ট কবে না বলিলেই চলে। ইহাবা মাটি ও গাছেব পাতা খাইয়া বাঁচিয়া থাকে। কিন্তু বিষ্ঠা রূপে যাহা ত্যাগ কবে তাহা দেখিতে মাটির সরু দড়ির মত। এইকপ মাটিব দডি যেখানে দেখা যাইবে অনুমান কবিতে পারা যায় সেখানে মাটিতে কেঁচো আছে। কেঁচো মাটিব নিচে যাইবার সময় মাটিতে যে গর্ত হয় তাহাতে নিকটবর্তী উদ্ভিদেব প্রভূত উপকার হয়। ঐ পথে বায়ু প্রবেশ করিয়া গাছেব উপকার সাধন কবে। কেঁচো নিবীহ প্রাণী এবং উদ্ভিদেব উপকাৰী বটে কিন্তু মাছ ব্যাঙ হইতে আবস্ত করিয়া এমন কি পিপীলিকা ও পতঙ্গ ইহাদেব শত্রু। সুবিধা পাইলে সকলেই কেঁচো খাইয়া থাকে। ইহারা সাধাবণত ভিজা মাটিতে থাকিতে ভালবাসে। তাই বর্ষাকাল অপেক্ষা শীতকাল এবং গ্রীষ্মকালে ইহাবা মাটির বহু নিচে যেখানে অধিক ভিজা মাটি আছে সেখানে নামিয়া যায়। ইহাদেব যাইবার সময় মাটিতে যে গর্ত হয় তাহা অধিকাংশ আঁকা বাঁকা হয় না। প্রথমে মাটির উপব হইতে খানিকটা দূর পর্যন্ত নিচে নামিয়া পরে আপন সুবিধা মত বাঁকিয়া ভিজা মাটিতে বাস করে। ভিজা মাটি না পাইলে ইহারা পাঁচ ছয় ফুট নিচেও নামিয়া যায়। কেঁচোর স্পর্শ শক্তি অতীব তীব্র। কোনরূপে ইহার গায়ে কিছু লাগিলেই ইহারা সিটকাইয়া

উঠে। ইহাদের চোখ নাই কিন্তু কয়েকটি বিশিষ্ট আংটিতে আলো পড়িলে চমকিয়া উঠে। ইহাদের শ্রবণেন্দ্রিয়ও নাই। ইহারা যখন মাটির নিচে থাকে তখন তাহাদের আবাস-গর্তের মুখ ঢিল বা পাতা দিয়া বন্ধ করিয়া রাখে। ঐ পাতা আবার প্রয়োজনমত খাইয়া থাকে।

জীবিত অবস্থায় কৈচোব ব্যবচ্ছেদ করা যায় না। কাবণ ছুঁইলেই ইহাবা দেহ সঙ্কুচিত করিয়া লয় তাহা পূর্বেই শুনিয়াছি। তাই ইহাব দেহেব যজ্ঞাদি কিরূপে বিত্তান্ত তাহা জানিবাব জন্ত ব্যবচ্ছেদ করিবাব পূর্বেই ইহাদিগকে মাঝিয়া ফেলিতে হয়। যাহাতে ইহাদের দেহ প্রসারিত করিয়া ব্যবচ্ছেদেব উপযোগী করিয়া মারিতে পাবা যায় তজ্জন্ত এক ভাগ মেথিলেটেড স্পিবিটে দশ ভাগ জল দিয়া ইহাদিগকে সেই মিশ্র জলে কিছুক্ষণ ডুবাইয়া রাখিতে হয়। মরিয়া গেলে একটি ব্যবচ্ছেদ থালে (Disecting tray) মোমের উপর ইহাব দুই প্রান্তে দুইটি পিন দিয়া মোমে পুতিয়া ইহাকে লম্বা করিয়া রাখিতে হয়। পবে আন্তে আন্তে

চিমটার দ্বারা উপবের আবরণটি টানিয়া কাঁচি দিয়া বরাবর লম্বাভাবে কাটিয়া ঐ আবরণটির দুই দিকে পিন পুতিয়া প্রসারিত করিয়া রাখিতে হয়। ব্যবচ্ছেদেব জন্ত বড় কৈচো লওয়াই সুবিধাজনক। তাহাতে ইহাদের দেহযন্ত্রেব বিজ্ঞাস দেখিতে সুবিধা হয়। আমাদের দেশে নানা রকম কৈচো পাওয়া যায়। কিন্তু

১ কৈচো (পূর্ভদেশ হইতে)

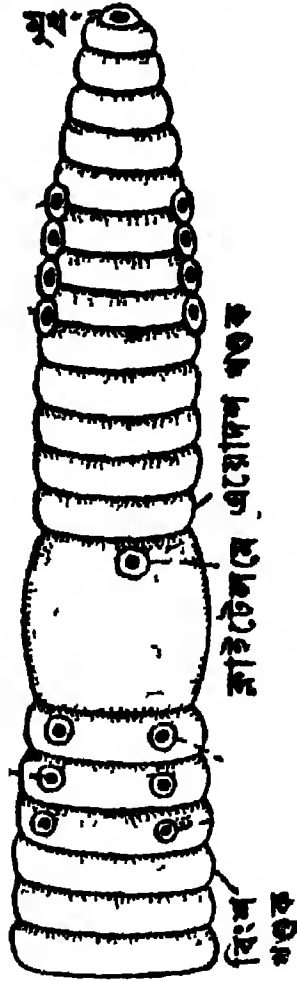


৬নং চিত্র—কৈচোর অবয়ব

তাহা বা আকারে তত বড় হয় না। দক্ষিণ আফ্রিকায় এমন কি সাপের মত চারি পাঁচ ফুট দীর্ঘ লম্বা কেঁচো দেখিতে পাওয়া যায়। ব্যবচ্ছেদের সময় আমাদের দেশের ফেবেটিমা (Pheretima) জাতীয় কেঁচো লওয়া হয়। ইহারা দৈর্ঘ্যে আট ইঞ্চি পর্যন্ত হইয়া থাকে।

কেঁচোর দেহ যন্ত্র :—পূর্বোক্ত প্রকারে একটি কেঁচোব দেহ পরীক্ষা করিলে দেখিবে প্রত্যেক কেঁচোর দেহ এক শত হইতে একশত কুড়িটি

২ কেঁচোর
(উদরদেশ হইতে)

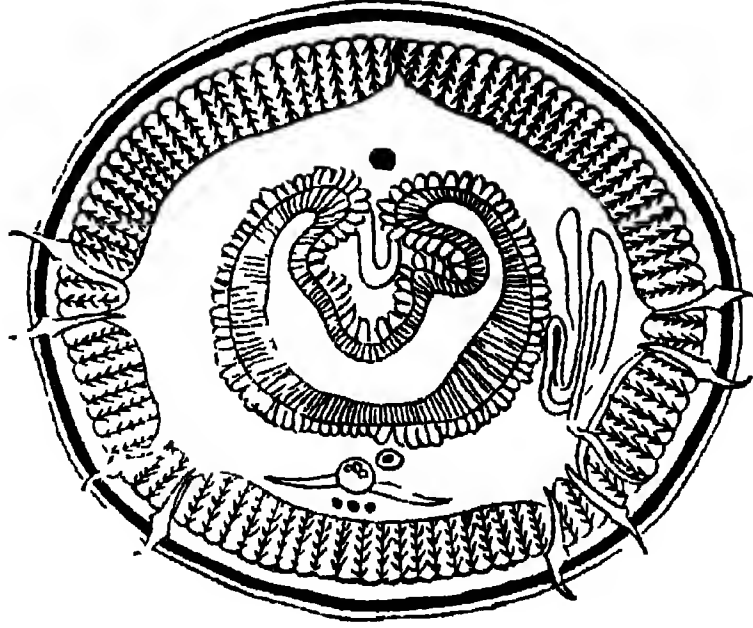


১ নং চিত্র—কেঁচোর সমুখ ভাগ
(Chaetapoda) বলা হয়।

অঙ্গুরী সমাবেশে গঠিত, মুখ হইতে ক্রমে মোটা হইয়া আবার সূক্ষ্ম হইয়া যায়। মুখ হইতে প্রায় ১৩টি অঙ্গুরী পবে একটি অপেক্ষাকৃত চওড়া অঙ্গুরী নাম ক্লাইটেলাম (Clitellum)। ইহা তিনটি অঙ্গুরী সমাবেশে গঠিত বলিয়া মনে হয়। প্রথম আংটিটির উপর দিকে একটি মাংসল পিণ্ড কেঁচোব ওষ্ঠ (Prostomium)। ওষ্ঠের মধ্যে যে ছিদ্র আছে তাহাই কেঁচোব মুখ এবং অপর প্রান্তের অঙ্গুরী ছিদ্রটি ইহার পায়ু। বুকের দিক অপেক্ষা ইহাদের পিঠের দিক অধিকতর কৃষ্ণবর্ণ। ইহার দেহের উপর এক রকম কূর্চ (Bristle) আছে তাহাকে কিটা বা সিটা (Chaeta বা seta) বলে। এই কিটা প্রথম ও শেষ অঙ্গুরী ছাড়া সকল অঙ্গুরীতে আছে। খসখসে বলিয়া হাত বুলাইয়া এই কিটাব অস্তিত্ব অনুভব করা যায়; কিন্তু চোখে দেখা যায় না। এই কিটার জন্ত ইহাকে কিটাপদ

দেহাবরণ :—কেঁচোর এইরূপ একটি আংটি আড়াআড়ি লইয়া অণুবীক্ষণ যন্ত্র সাহায্যে ইহাব দেহাবরণ লক্ষ্য কর, চিত্র দেখিলে বুঝিতে পাবিবে ইহাদেব দেহেব প্রাচীর চাবি স্তবে গঠিত। উপবে কিউটিকুল (Cuticle),

৩ কেঁচোর অনুপ্রস্থচ্ছেদ



৮ নং চিত্র—কেঁচোব দেহাবরণ

পবে ছক (Skin), তাহাব পবে চক্র ও লম্বপেশী স্তর এবং ভিতবে প্রাকারাবরণ (Coelomic epithellum)। চলিবাব সময় ইহাদেব কিটা মাটিতে ঠেকিয়া থাকে এবং পেশীগুলি সঙ্কুচিত ও প্রসারিত হইয়া থাকে।

পৌষ্টিকনালী (Alimentary canal) :—ইহাদেব খাদ্য নালী মুখ হইতে পায়ু পর্যন্ত বিস্তৃত। এই নালীর চাবিদিক ঘেবিয়া যে গহ্বর আছে তাহাকে সিলোম (Coelom) বলে। যে প্রাচীর দ্বারা এই গহ্বর বহু প্রকোষ্ঠে বিভক্ত তাহাদিগকে সেপ্টা (Septa) বলে। অণুবীক্ষণ জীবের এইরূপ সেপ্টা আছে। মুখ হইতে খাবার পূর্বোক্ত নালী দিয়া লাটিমাকারের প্রকোষ্ঠ ফ্যারিংক্স (Pharynx) যায়। তাহার পর ইসোফেগাস (Esophagus)। ইসোফেগাসের মাঝে ডিমের মত গোলাকার স্থানটিকে গিজার্ড (Gizzard) বলে। দুইটি

প্রকোষ্ঠ মিশিয়া ইহা গঠিত। এইখানে আসিয়া উহাদের ঋণ্য পিষ্ট হয়। গিজার্ডেব

পবেব অংশ **অন্ত্র** (Intestine) । অন্ত্র,
পায়ু (Anus) পর্যন্ত বিস্তৃত । অন্ত্রেব
ভিতরে উপর দিকে একটি লম্বানখি
ভাঁজেব মধ্যে অনেকগুলি ক্ষুদ্র বক্র-
বহা নালী আছে । ঐ ভাঁজটির নাম
টিপলোসোল (Typhlosol) ।
টিপলোসোল কিন্তু সকল অন্ত্রেব আংটি-
গুলিতে দেখিতে পাওয়া যায় না । এই
টিপলোসোল দ্বাৰা অন্ত্র ফুলাইয়া ইহারা
খাদ্য শোষণ করে ।

ইহাদেব ফুস্‌ফুস্‌ নাই। স্বকেব
মধ্য দিয়া যে সূক্ষ্ম বক্তবহ। নালী আছে
তদ্ভাবে ইহাদেব শ্বাসকার্য সম্পাদিত
হয়।

কৈচোব রক্ত শাদা, কাবণ ইহাদেব বস্ত্রে স্বেত কণিকা। ভিন্ন লোহিত কণিকা নাই। ইহাদেব বস্ত্রেব তরলাংশ প্লাসমাব (Plasma) মধ্যে হিমোগ্লোবিন (Haemoglobin) থাকে। ক্লাইটেলাম হইতে মুখের দিকে ৫।৬টি অঙ্গুরী পর্যন্ত স্থানের মধ্যে ইহাদেব হৃদয় (Heart) থাকে। ইহাদেব হৃদয় পূর্বোক্ত রক্তবহা নালীর অংশ ভিন্ন আর কিছুই নহে। ইহাদেব অবস্থান কিন্তু



পূর্বোক্ত রক্তবহা নালীব সহিত লম্বভাবে। ইহাদেব আকাবে রক্তবহা। নালী অপেক্ষা কিছু অধিক ক্ষীত। কেঁচো এই হৃদয় দিয়া রক্ত সঞ্চালনের কার্য চালাইয়া থাকে। হৃদয় হইতে কতকগুলি সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম রক্ত সঞ্চালক নালী বহির্গত হইয়া সমস্ত দেহে ছড়াইয়া আছে। তন্মধ্যে দুইটি প্রধান, একটি পিঠের দিকে অপবটি পেটের দিকে। হৃদয়ের সঙ্কোচন ও প্রসারণ ফলে নালীগুলি দিয়া রক্ত প্রবাহিত হয়।

পিপীলিকা

পিপীলিকা একপ্রকার পতঙ্গ। অন্যান্য পতঙ্গের ন্যায় ইহাদেব দেহ মধ্যে মাথা, গলা, বুক, কোমর ও পেট এই কয়টি ভাগ আছে।

ইহাদেব মাথা গোলাকাক, তাহার সম্মুখেই এক জোড়া **শুঁয়া** (Antenna)। ইহাব দ্বাৰা উহাবা গন্ধ পায় এবং পথ চিনিয়া লয়। তাহাব পাশেই দুইটি **পুঞ্জাক্ষি** (Compound eye)। বৃকে তিন জোড়া পা আছে, প্রত্যেক পা কয়েকটি গাঁটে বিভক্ত। পিঠের উপর দুই জোড়া **পাখা** (Wing) আছে, এক জোড়া বড় ও এক জোড়া ছোট। বড় জোড়াটির নিচে ছোট জোড়া আছে। আমবা যে পিপীলিকা সাধারণত দেখি তাহাদেব পাখা নাই। ইহাবা শ্রমিক। সমাজ বদ্ধ ভাবে ইহাবা বাস কবে। তাই ইহাদেব কার্যের বিভাগ আছে, ইহাদেব মধ্যে কেহ শ্রমিকের কাজ করে—আবাব কেহ যোদ্ধার কাজ, কেহ বা পাহারাওয়ালার কাজ কবিয়া থাকে। ইহাবা শত্রুকে পবাজিত কবিয়া তাহাদের ডিম এবং বাচ্ছা কাড়িয়া লয়—এং তাহাদিগকে প্রতিপালন করিয়া আপনাদেব শ্রেণীভুক্ত করিয়া লয়। খাবাব পাইলে ইহারা প্রথমে পেট ভবিয়া খাইয়া পবে অপবেব জন্তু বাসায় লইয়া যায়।

সারি দিয়া পিপীলিকা যাইতে নিশ্চয়ই দেখিয়াছ। কেমন শৃঙ্খলাবদ্ধ ভাবে ইহাবা কাজ কবিতে পাবে ইহাতেই বুঝা যায়, কেমন নিঃশব্দে একসঙ্গে শত শত পিপীলিকা কাজে লাহিব হয়, কোন প্রকার গোলমাল নাই। কিন্তু যদি কোনকপে

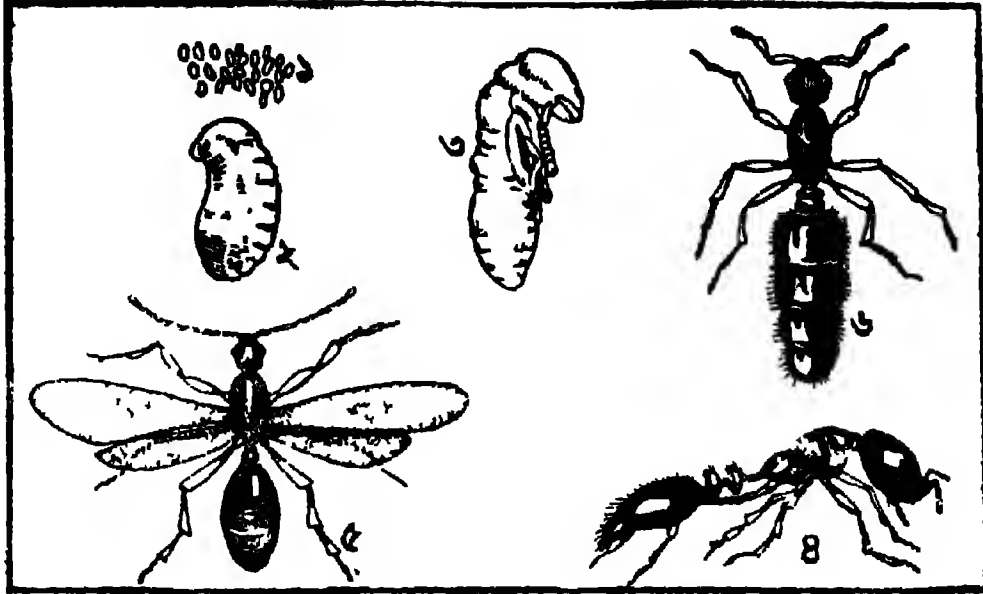
তোমরা ইহার সারি একটু ভাঙ্গিয়া দাও তবে ইহা বা বিশৃঙ্খল হইয়া উঠিবে—
ভয়ে নহে, ইহা বা সঙ্গীদের গন্ধ পাইয়া সারিবদ্ধভাবে যাইতে ছিল। এখন ঐ
সারি ভাঙ্গিয়া দেওয়ায় তাহারা বন্ধুদের গন্ধ না পাইয়া পথভ্রান্ত হইয়া পড়ে।
পিপীলিকাকে কেহ কখনও শব্দ করিতে দেখে না। কিন্তু লোবোপেল্টা
(Lobopelta) নামে এক প্রকার পিপীলিকা শব্দ করিতে পারে।

পিপীলিকা নানা প্রকারের—ছোট, বড়, কাল, হলদে ইত্যাদি। হলদে ক্ষুদ্র
ক্ষুদ্র যে পিপীলিকাগুলি আমবা দেখি ইহা বা সাধারণত মাটির নিচে বাস করে।
বড় কালগুলিও মাটির নিচে থাকে। যেখানে থাকে সেখানকার মাটি সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম
দানারূপে বাহিব করিয়া গর্ত করে এবং সেই গর্তে বাস করে। কোথাও ঐকম
মাটি দেখিলে বুঝিতে হইবে সেখানে পিপীলিকা বাস করে। মাছ ধরিবার জন্য
এক প্রকার পিপীলিকার ডিম তোমরা গাছেব পাতা হইতে সংগ্রহ কর। গাছেব
পাতাকে জুড়িয়া ইহা বা কেমন সুন্দর বাসা করে দেখিষাছ। তাহাতে ঐ জাতীয়
পিপীলিকা বাস করে। ইহাদের বর্ণ হলদে। ‘কাঠ পিপড়ে’ জাতীয় পিপীলিকা,
কাঠে, গাছের কোঠে বাস করে।

পিপীলিকার ডিম অতিশয় ক্ষুদ্র ও তাহাদের বর্ণ সাদা। এই ডিম হইতে
প্রথমে লম্বা কৃমিব মত শূককীট বাহিব হয়। এই শূককীটই মাছ ধরিবার ‘টোপে’
ব্যবহার করা হয়। ইহার পর্ববর্তী অবস্থা মৃক কীট। মৃক কীট অবস্থায় ইহারা
প্রায় পূর্ণাঙ্গ হইয়া ডিমের মধ্যে থাকে। তখন একটি কঠিন আবরণ দেহকে
ঢাকিয়া ফেলে। কয়েকদিনের মধ্যে ডিম ফাটিয়া যায় ও পূর্ণাঙ্গ পিপীলিকা বাহির
হয়। স্ত্রী ও পুরুষ পিপীলিকার ডানা থাকে—ডিম হইতে বাহির হইয়া উড়িতে
পারে; কিন্তু শ্রমিকদের ডানা নাই, ইহা বা উড়িতেও পারে না।

পিপীলিকা সমাজে তিন প্রকার পিপীলিকা, পুরুষ, স্ত্রী ও শ্রমিক। স্ত্রী
পিপীলিকার মধ্যে একটি বাণী থাকে। তাহাব কাজ ডিম প্রসব করা কিন্তু সন্তান
পালন করে শ্রমিকেরা, পুরুষরা অলস কোন কাজ করে না। বাণী পিপীলিকার
দেহ সকল পিপীলিকা হইতে একটু বড়। পিপীলিকা ক্ষুদ্র জীব, কিন্তু ইহারা

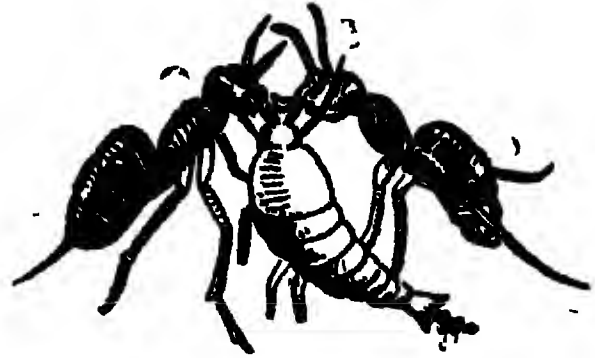
অত্যন্ত পবিত্রমী এবং সঞ্চয়ী। বর্ষায় ইহারা বাহিবে আসিতে পারে না। সেইজন্য দারুণ শীতে পবিত্রম কবিতা বর্ষার জন্ত ইহারা খাণ্ড সঞ্চয় করিয়া বাখে।



১০নং চিত্র—পিপীলিকার বিবর্তন

আমেরিকায় এক প্রকার পিপীলিকা দেখা যায়, তাহারা দলেব কয়েকটি শ্রমিকেব হজম শক্তি নষ্ট কবিতা তাহাদের পেটে মধু সঞ্চিত কবিতা বাখে—প্রয়োজন হইলে এই মধু তাহারা নিজ নিজ কাজে লাগায়।

ইহারা দলবদ্ধভাবে থাকিলেও একদল অপর দলকে স্বেযোগ পাইলে আক্রমণ কবিতা ছাড়ে না। এমন কি তখন দুই পক্ষে যুদ্ধ বাধিয়া যায়। অনেক সময় এই যুদ্ধে দিনের পর দিন কাটিয়া যায়। চিত্রে দেখ দুইটি পিপীলিকা একটি কীট লইয়া কলহ করিতেছে। এই কীট উহাদের খাণ্ড।



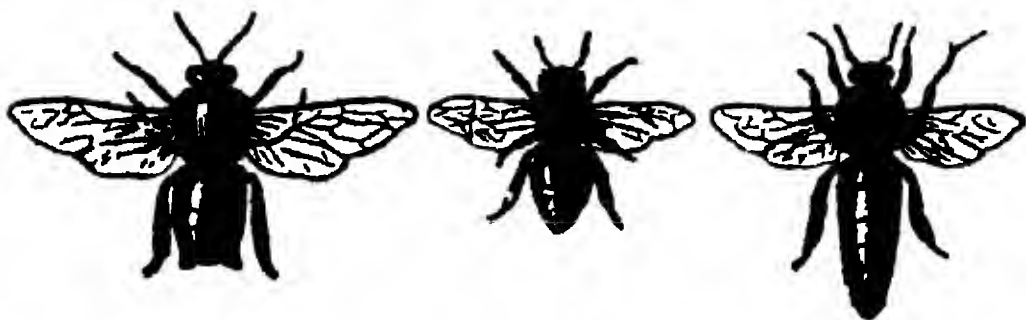
১১নং চিত্র—পিপীলিকার কলহ

মৌমাছি

তোমরা মৌমাছির চাক দেখিয়াছ কি? মৌমাছির ফুল হইতে মধু সংগ্রহ করিয়া সেই চাকেব মধ্যে বাথিয়া দেয়। ফুলের মধু বড় মিষ্ট, মৌমাছি উহা নিজের জন্ত সংগ্রহ করিয়া আনে। অল্প দ্রব্যও মধুর লোভে চাক নষ্ট করিতে আসে, নাকুঘেরাও চাক ভাঙ্গিয়া ঐ মধু চুবি করিয়া লয়। কেহ চাকের নিকট উৎপাত করিলে এক বাঁক মাছি চাক হইতে বাহির হইয়া তাহাকে আক্রমণ করে এবং তাহার গায়ে হল ফুটাইয়া বিষ ঢালিয়া দেয়। মৌমাছিতে যাহাকে কামড়াইয়াছে, সেই জানে এ বিষেব কেমন জ্বালা।

একটা চাকে হাজার হাজার মৌমাছি থাকে। তাহাদের সকলের কাজ সমান নহে। উহাদের মধ্যে কাজেব ভাগ আছে। কাজ হিসাবে উহাদের তিন শ্রেণী। শ্রেণীভেদে উহাদের আকৃতিবও একটু প্রভেদ আছে।

এক চাকে একটিমাত্র স্ত্রী মাছি কর্তৃত্ব কবে। চাকেব আব সকল মাছি যেন তাহার আজ্ঞাধীন হইয়া থাকে। সমস্ত চাকটা যেন তাহারই রাজ্য, এইজন্য ইহাকে ‘বাণী মাছি’ বা ‘কর্ত্রীমাছি’ (Queen) বলা হয়। ইহার প্রধান কাজ ডিম পাড়া।



১২নং চিত্র—পুরুষ, মজুব ও স্ত্রী মৌমাছি

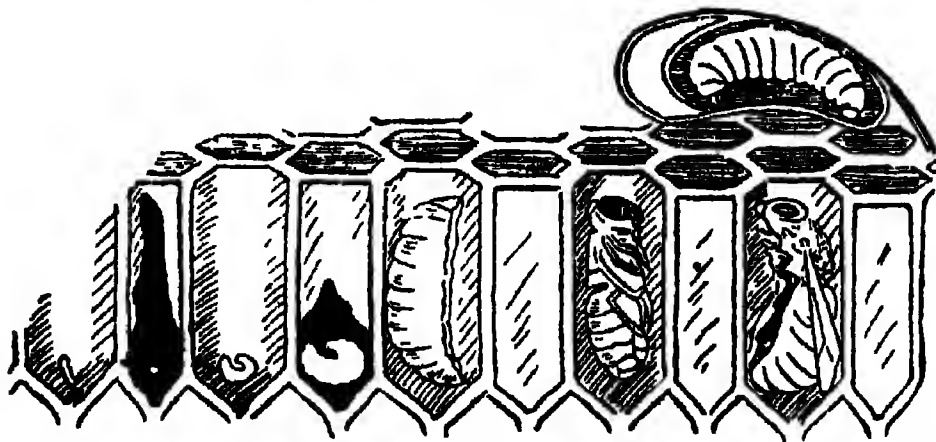
বাণীমাছি কেবল চাকের ঘবে ঘরে ডিম পাড়িয়া বেড়ায়। এই মাছির পিছনটা লম্বা, সরু ও সূচাল। আবও অনেক পুরুষমাছি থাকে, ইহারা কোন কাজই কবে না; খায় দায় ও বসিয়া থাকে। ইহাদের হল পর্যন্ত নাই। ইহাদের পেটটা মাটা। এই অকর্মী পুরুষ মাছিগুলিকে ‘বাবু মাছি’ বলা যাইতে পারে।

তাহা ছাড়া হাজার হাজার মাছি থাকে। ইহারা আকাবে ছোট খাট,

চালাক ও চটপটে। ইহারা মধু আনে, ইহারাই চাক বানায। ইহারাই শিশু মাছিদিগকে খাওয়ায় ও লালন পালন কবে এবং কেহ চাকেব নিকটে আসিলে তাহার গায়ে ছল ফুটাইয়া চাক বন্ধাব চেষ্টা করে। ইহাবা সর্বদাই চাকেব যাবতীয় কাজে ব্যস্ত। ইহাবা চাকেব ‘মজুব বা কুলি মাছি’ (Worker)।

মৌমাছিব ডিম হইতে ছোট ছোট রমিব মত বাচ্চা বাহিব হয়। এই বাচ্চাব দুইটি অবস্থা অর্থাৎ শূককীট ও মুককীট। এই দুইটি অবস্থা অতিক্রম কবিবাব পৰ পূর্ণাঙ্গ হয়। কিছুদিন পবে বাচ্চাগুলিব ডানা বাহির হইলে মূর্তি বদল করে। তখন তাহারা মাছি হয়। অধিকাংশ মাছিই মজুব মাছি হয়, কতকগুলি বাবু মাছি হয়, আব গোটাকতক বাচ্চা হইতে কণ্ঠামাছি হয়। এই কণ্ঠাগুলি ভাল খাইতে পায় এবং খুব যত্নে পৃথক বড ঘবে লুকান থাকে। বুড়া বাণী চাক ছাডিয়া অন্য কোথাও চাক বাঁধিতে গেলে একটি কণ্ঠা ঘব হইতে বাহিব হইয়া চাক দখল কবিয়া চাকেব কর্ত্রী হয়। যেটি কর্ত্রী হয় সে আপনাব ছোট ভগিনীগুলিকে মারিয়া ফেলে। এক চাকে দুইজন কর্তৃত্ব কবিতে পাবে না।

মধু আনিবাব সময় ফুলেব রেণু কুলিমাছিদেব গায়ে লাগিয়া যায়। ববে আসিয়া বেণু ও মধু একত্রে মাখাইয়া খাবাব তৈয়াব করিয়া বাখে। ডিম হইতে

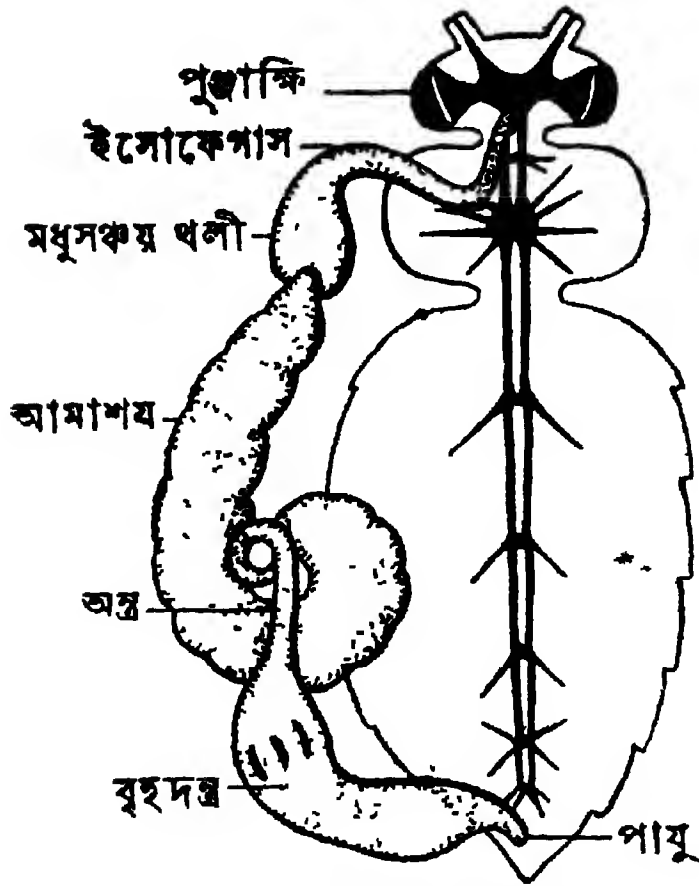


১৩ নং চিত্র—মৌমাছির চাক

বাচ্চা বাহিব হইলে বাচ্চাদিগকে সেই খাবাব দেয়। কুলিমাছিদেব পেটেব তল হইতে মোম বাহির হয়, সেই মোম দিয়া তাহারা চাক তৈয়াব কবে। চাকেব

কুঠারিগুলি ছয় কোণা। এই কুঠারি তৈয়ার করিতে খুব কারিগরি লাগে। এত অল্প জিনিসে এত অল্প জায়গার মধ্যে এতগুলি কুঠারি তৈয়ার করিতে আব কোন জীব পাবে না।

চাকে যখন আর মাছি কুলায় না, তখন বুড়াবাণী একদিন চাক ছাড়িয়া চলিয়া



যায়। এক পাল কুলি মাছি ঝাঁক বাঁধিয়া তাহাব সঙ্গে চলে এবং অন্ত কোথাও গিয়া আবার নূতন চাক তৈয়ার কবে।

মৌমাছির দেহও তিন ভাগে বিভক্ত—মস্তক, বক্ষ ও উদর। মস্তকেব অগ্রভাগে দুইটি লোমযুক্ত শুঁয়া থাকে তাহাব নাম লেবিয়া (Labia)। ইহার দ্বারা ফুলেব মধু খায় এবং ঐ মধু মধুসঞ্চয় থলিতে অল্প অল্প করিয়া জমা করে। লেবিয়ার পরে দুইটি পুঞ্জাক্ষি (Com-

১৪ নং চিত্র—মৌমাছির পৌষ্টিক নালী

pound eye)। মুখ হইতে গুহদ্বার পর্যন্ত লম্বিত পৌষ্টিক নালীব একটি অংশই মধুসঞ্চয় থলি। পৌষ্টিক নালীব অপরাংশে আমশয়, অন্ত্র, বৃহদন্ত্র প্রভৃতি চিত্রে দেখ।

মশা

সাধারণত দুই প্রণীব মশা দেখিতে পাওয়া যায়—অ্যানোফেলিস্ (Anopheles) ও কুউলেক্স্ (Culex)। এই অ্যানোফেলিস্ মশা ম্যালেরিয়ার

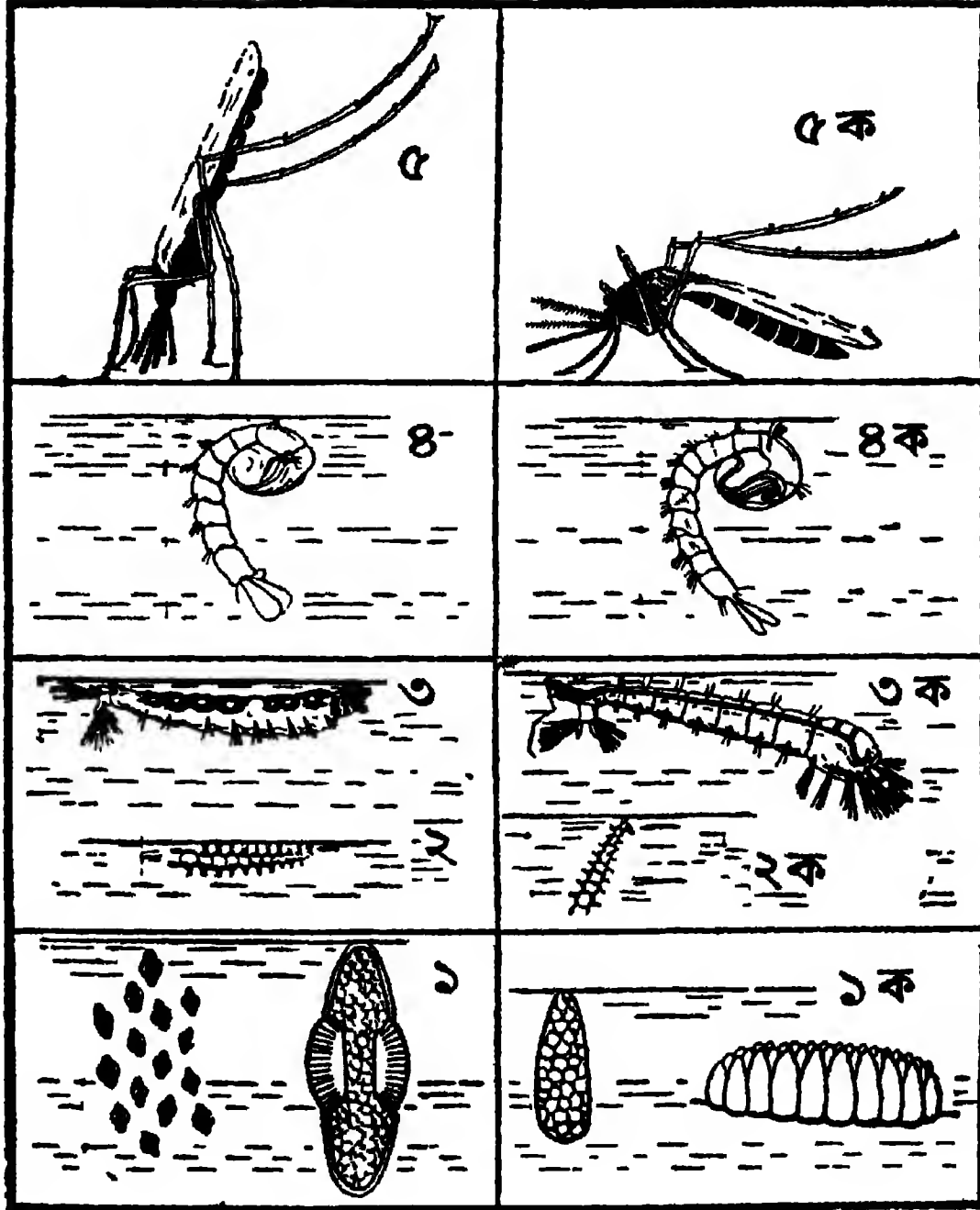
বীজাণু বহন করিয়া আমাদের দেহে প্রবেশ করাইয়া দেয়। ফলে আমাদের ম্যালেবিয়া জর হয়। ম্যালেবিয়ার কারণ এক ক্ষুদ্র বীজাণু—মন্সুয়া বক্তে মিশ্রিত হইলে ইহা বা বাড়িতে থাকে। এই মশা কোন ম্যালেবিয়াগ্রস্ত রোগীকে দংশন করিয়া তাহাব রক্ত হইতে বীজাণুকে নিজদেহে গ্রহণ কবে। তখনই সেই বীজাণু মশকদেহে পবিপুষ্ট হইতে থাকে।

অতএব ইহারা কোথায় জন্মায় ইহাদের দেহ কিকপে পুষ্ট হয় ইত্যাদি জানিয়া বাখিলে সময় মত ব্যবস্থা কবিয়া ইহার আক্রমণ হইতে আত্মরক্ষা করিতে পাবিবে। ইহা অন্য শ্রেণীর মশা হইতে স্বতন্ত্রভাবে উপবেশন করিয়া থাকে। ইহারা ষট্পদ, ইহাদের লোমযুক্ত শুণ্ড দুইটি মুখাগ্রে অবস্থিত। বসিবাব সময় চাবি পায়ে ভব দিয়া দেহ এবং আসনের মধ্যে প্রায় ৪৫° কোণ নির্মাণ করিয়া মশক নিচ কবিয়া ইহারা বসে।

পিপীলিকা বা মধুমক্ষিকার মত মশাব দেহও তিন ভাগে বিভক্ত—মস্তক, বক্ষ ও উদর। উদরটি নয় ভাগে বিভক্ত, এক একটি ভাগ এক একটি আঙটির মত। ইহাদের দুইটি পক্ষ, মস্তকে দুইটি পুঞ্জাক্ষি, বক্ষে তিন জোড়া পা। ইহাদের শুণ্ডদ্বয়ের মধ্যে একটি সূচব মত শোষণনালী অবস্থিত আছে। স্ত্রীপুরুষ ভেদে ইহাদের প্রকৃতিতেও যথেষ্ট প্রভেদ লক্ষিত হয়। পুরুষজাতি দিনের বেলায় বিচরণ করে। মন্সুয়াদেহ দংশনে পুরুষ মশার খুব বেশী প্রবৃত্তি দেখা যায় না। কিন্তু স্ত্রীজাতি অতিশয় বক্তপিপাসু। তাহাবা অন্ধকাবে থাকিতে ভালবাসে। যে গৃহ পর্যাপ্ত আলোক বাতাস প্রাপ্ত হয়, সেখানে স্ত্রী-মশক বাস করিতে চায় না। সন্ধ্যাব সময় ইহারা দলে দলে মানুষের রক্তপান করিবাব জন্য বহির্গত হয়। ইহারা যে কেবল রক্ত শোষণ করে তাহা নহে; ইহাদের এক অদ্ভুত প্রকৃতি, এই যে নালিকাপথে রক্তশোষণ করিয়া পুনরায় সেই পথেই বক্ত উদগীরণ কবে। এইরূপে অ্যানোফেলিসের দেহের ম্যালেবিয়া বোগেব জীবাণু মানবদেহে প্রবেশ লাভ কবে।

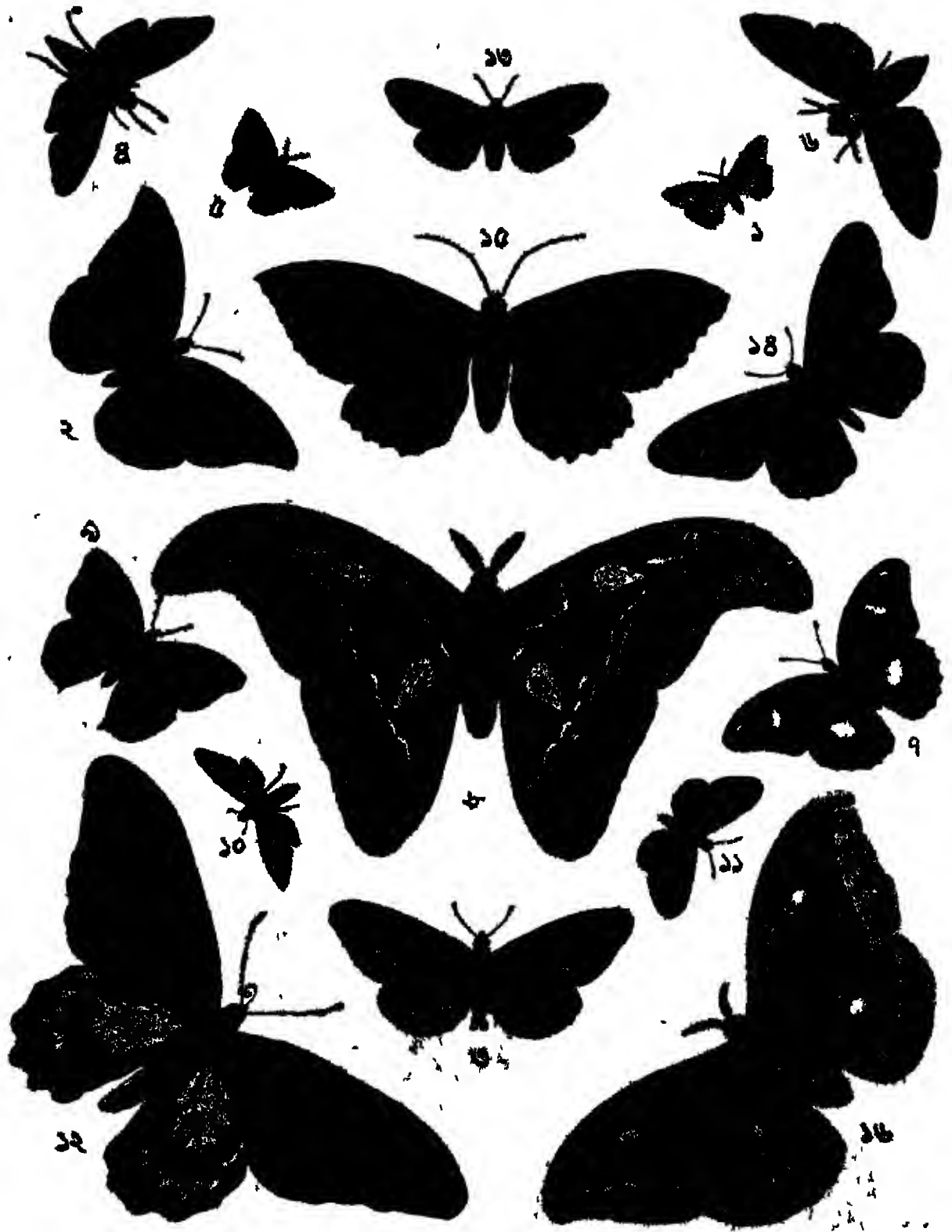
• ইহা ব্যতীত• কিউলেক্স মশকও সচরাচর দেখিতে পাওয়া যায়। ইহাদের

পক্ষ কুম্ভবর্ণ বিন্দুযুক্ত বলিয়া মনে হয়। কিউলেক্সের উপবেশন প্রথাও অন্তরূপ



১নং চিত্র—মশার বিবর্তন

ইহারা দেহকে ভূ-সমান্তরাল করিয়া উপবেশন করে। ইহাদের শুণ্ড বা শুঁয়ো (Antenna) দুইটি।



অ্যানোফেলিস্ মশকের জীবন আলোচনা কবিলে মানুষ ম্যালেরিয়া রোগ বীজাণু হইতে আত্মরক্ষার উপায় বাহিব কবিত্তে পারিবে। সমস্ত মশাই পচা জলের সন্নিহিতে, ক্ষুদ্র বৃক্ষ পত্রের নিম্নে একসঙ্গে বহু সংখ্যক ডিম প্রসব কবে। সেই ডিম দুই এক দিন জলে পড়িয়া শূককীট অবস্থায় (Larva) পরিণত হয়। এই শূককীট দেখিয়াও মশকের শ্রেণী নির্ধারণ করা যায়। অ্যানোফেলিসেব শূককীট জলের তলদেশে উহাব সহিত সমাস্থরাল করিয়া দেহ বিস্তৃত কবে, আর কিউলেক্স-শূককীট তাহাব মস্তক জলের নিম্নদেশে নিচু কবিয়া ঝুলাইয়া বাখে। শূককীটেব পুচ্ছদেশে একটি বায়ুকূপ (Air-tube) বহুসংখ্যক সূক্ষ্ম গুঁয়া দ্বারা আবৃত থাকে। মধ্যে মধ্যে সেই পুচ্ছদেশ দিয়া বায়ুগ্রহণ কবে। এই বায়ুকূপ সকল সময় আচ্ছাদিত থাকে ও শূক কীট প্রয়োজন মত পুচ্ছ উত্তোলন কবিলেই আবরণ খুলিয়া যায়, তখনই ইহাবা বায়ুগ্রহণ কবে। সবাক বোমে আবৃত এই শূককীটকে গুঁয়া পোক। বলিয়া মনে হয়। ইহাবা জলে ছিটকাইতে ছিটকাইতে এক স্থান হইতে অন্য স্থানে চলিয়া বেড়ায়। যেইখানেই অগভীর জলপূর্ণ খাত থাকে সেইখানেই ইহাবা জন্মায়। চৌবাচ্চা বা কলসীতে দু এক দিন জল সঞ্চিত থাকিলেই মশা সেইখানে ডিম পাড়ে। এবং ক্রমে তাহা হইতে শূককীট জন্মায়। শূককীট মাছেব প্রিয় খাদ্য।

ইহাব পরেই ইহাদেব তৃতীয় অবস্থা মুককীট। এই অবস্থায় ইহাদেব আকৃতিব অনেক পরিবর্তন হয়। দেহ প্রায় লোমশূন্য ও কুণ্ডলাকৃতি হইয়া মস্তক ও পুচ্ছ পরস্পর প্রায় স্পর্শ করিয়া থাকে। ক্রমে শূককীট হইতে একদিন পূর্ণাবয়ব মশক নির্গত হয়। চিত্রে ১, ২ ইত্যাদি অ্যানোফিলিস এবং ১ক ২ক ইত্যাদি কিউলেক্স।

জলে কেরোসিন ছড়াইলে ইহার উপর যে পাতলা সর পড়ে তাহাতে মশা ডিম পাড়িতে পাবে না।

প্রজাপতি

প্রজাপতি এক প্রকার পতঙ্গ। সৌন্দর্যেব দিক দিয়া দেখিতে গেলে পতঙ্গের মধ্যে এরূপ প্রাণী নাই বলিলেও চলে। তবে ইহাদেব মধ্যে যে কদাকাব . প্রজাপতিও নাই এমন নহে।

কোন কোন প্রজাপতি দিনেব বেলা চরিয়া বেড়ায় এবং কোন কোন গুলি রাত্রে বাহির হয়। রাত্রে যেগুলি বাহির হয় তাহাদের নাম মথ (Moth) এবং যাহারা দিনের বেলায় বাহির হয় তাহাদিগকেই আমরা প্রকৃত প্রজাপতি (Butterfly) বলি। প্রজাপতিই দেখিতে সুন্দর, কিন্তু মথ দেখিলে ইহাদিগকে হিংস্র প্রাণী বলিয়া মনে হয়। ইহা বা দেখিতে সুন্দর নহে, কিন্তু জুইপুই ও বলিষ্ঠ। প্রজাপতি বা মথের দেহ এক প্রকার অতি সূক্ষ্ম পদার্থে আবৃত; ঐ সূক্ষ্ম পদার্থগুলি কতকটা ফুলের বেণুব মত কিন্তু অণুবীক্ষণ যন্ত্রেব সাহায্যে ইহাদিগকে আঁশের মত দেখায়।

অণুতত্ত্ব পতঙ্গের শরীর ইহাদের দেহে তিনটি ভাগ, মস্তক, বক্ষ ও উদর। মাথায় এক জোড়া শুঁয়া, এই শুঁষাব অগ্রভাগ ভোঁতা। কাজেই ইহা দ্বারা কোন প্রাণীকে ইহা আক্রমণ কবে না। শুঁয়ার পাশে দুইটি পুঞ্জাক্ষি, পিঠে দুই জোড়া ডানা, এক জোড়া বড় ও এক জোড়া ছোট। ছোটগুলি পেটের দিকে ও বড়গুলি মাথার দিকে থাকে। বসিলে এক সঙ্গে এক এক জোড়া জুড়িয়া একত্রিত হয়। পুরুষ প্রজাপতির দেহে গন্ধ পাওয়া যায়।

প্রজাপতির একসঙ্গে অনেকগুলি ডিম হয়—ডিম হইতে ফুটিয়া ইহারা শুঁয়া



১৬নং চিত্র—প্রজাপতির ডিম

পোকার মত গাছের পাতায় পাতায় ঘুরিয়া আহাৰ সংগ্রহ কবে। ডিম ফুটিতে দশ বাব দিন লাগে। ডিম হইতে বাহির হইয়া আপনাপন ডিমের খোসা খাইয়া ফেলে। শুঁয়া পোকার অবস্থায় ইহাদের ক্ষুধা অত্যন্ত

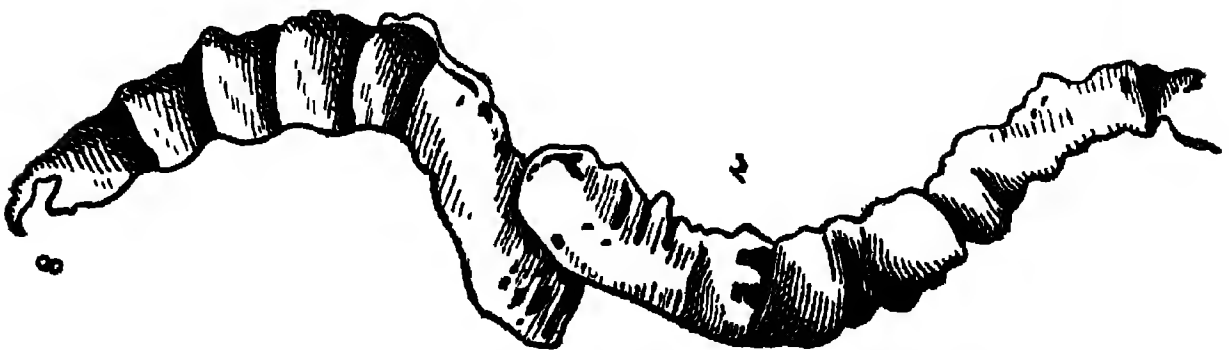
অধিক। এই অবস্থাতেই দুই চারিবাব খোলস ত্যাগ করিয়া ইহারা পুনরায় দেহের চারিদিকে এক আবরণ প্রস্তুত করিয়া তাহার মধ্যে বাস করে। সে সময় কিছু খায় না, ইহাই হইল গুটি (Cocoon)। এই অবস্থার নাম মুক-

কীট (Pupa) । এই গুটি হইতে কয়েক দিন পরে পূর্ণাঙ্গ প্রজাপতি বাহির হইয়া উড়িয়া যায় । গুঁয়া পোকা হইতে গুটি এবং গুটি হইতে প্রজাপতির জন্ম এক অদ্বুত ব্যাপার । কোন অবস্থার সহিত কোন অবস্থার সম্বন্ধ নাই । এক অবস্থার জীবের সহিত অন্য অবস্থার জীবের কোন সামঞ্জস্য নাই বলিলেই চলে অথচ ইহারা একই জীব ।

গুটি হইতে রেশম, এণ্ডি ইত্যাদি প্রস্তুত হয়, ইহা তোমাদের জানা আছে ; কিন্তু কেবলমাত্র মথের গুটি হইতেই ঐ সকল বেশম পাওয়া যায় । সেই জন্য আসাম প্রভৃতি অঞ্চলে রেশম প্রজাপতির চাষ হয় । বখন খাওয়া দাওয়া বন্ধ কবিয়া ইহা বা গুটির মধ্যে অবস্থান কবে সেই সময় দেহ হইতে বেশমের সূতা বাহির কবিয়া গায়ে জড়াইতে থাকে । চাব পাঁচ দিনের মধ্যে এই গুটি আমডার মত বড় হয় এবং এক একটি গুটি হইতে প্রায় চাবি পাঁচ শত গজ সূতা বাহির হয় । এই গুটি হইতে বাহির হইবার সময় ইহা বা গুটি কাটিয়া বাহির হয়, ইহাতে অনেক খানি বেশম নষ্ট হইয়া যায় বলিয়া বেশম



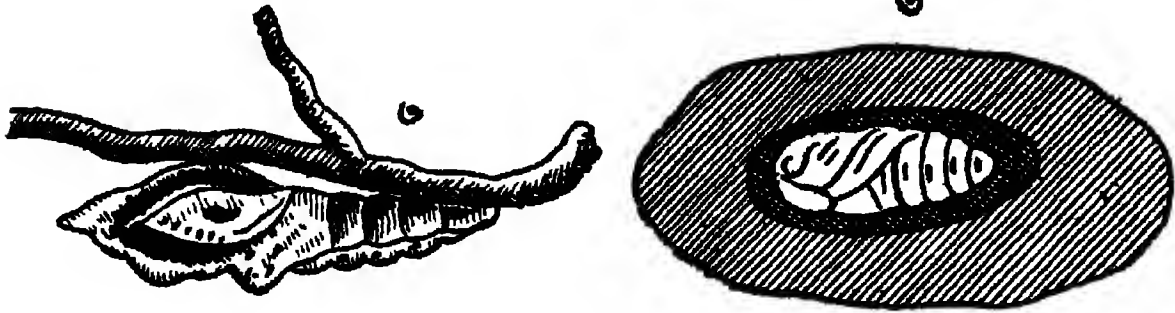
১৭নং চিত্র
প্রজাপতির শূককীট



১৮নং চিত্র—দুইটি শূককীট

চাষীরা গুটি হইতে মথ বাহির হইবার আগেই গুটির উপর গবম জল ঢালিয়া উহাদিগকে মারিয়া ফেলে ।

রেশম পতঙ্গের কতকগুলি বংশের একবার ডিম পাড়ে, কতকগুলি বংশের বহুবার ডিম পাড়ে। মুশিদাবাদে দ্বিতীয় প্রকার রেশম গুটির চাষই অধিক।



১নং চিত্র—গুটিপোকা

২নং—গুটিপোকার ভিতর

চিত্রে এক এক কবিয়া ডিম হইতে গুটি পর্যন্ত অবস্থার বিবর্তন দেখান হইল। রঙিন চিত্রখানি হইতে প্রজাপতির সৌন্দর্য কল্পন মনোবশ তাহা বুঝিতে পারিবে।

মাকড়সা

মাকড়সার অধ্যবসায়ের কথা তোমরা নিশ্চয় শুনিয়াছ। একদিন এই মাকড়সার অধ্যবসায় দেখিয়া রবার্ট ক্রস পুনরায় আপনাকে হত রাজ্য উদ্ধার কবিস্বরূপ প্রাণপণে যুদ্ধে লাগিয়া যান। অন্তান্ত অনেক পতঙ্গ ষষ্ঠপদ, কিন্তু মাকড়সা অষ্টপদ। ইহার গুণ্ড (Antenna) বা পক্ষ নাই, কিন্তু ইহার মুখাগ্র হইতে চারিটি সূত্রাকার প্রত্যঙ্গ নির্গত হইতে দেখা যায়। ইহাদের দুইটির দ্বারা মাকড়সা হাতের কাজ চালায় এবং অপর দুইটির সাহায্যে তাহার জালে আবদ্ধ পতঙ্গের প্রাণবধ করে। শেষোক্ত প্রত্যঙ্গ দুইটিকে আমরা মাকড়সার দস্ত বলিতে পারি। এই দস্তের সহিত উহার শরীরস্থ বিষম্বালীর সংযোগ আছে, এই দস্ত সাহায্যেই ইহারা পতঙ্গের দেহের শোষণ করে। সাধারণত পতঙ্গের দুইটি পুঞ্জাক্ষি দেখা যায়, কিন্তু মাকড়সার আটটি সাধারণ চক্ষু। ইহার দেহের গঠনও পতঙ্গ হইতে সম্পূর্ণ ভিন্ন। ইহার কণ্ঠদেশ নাই, মস্তক

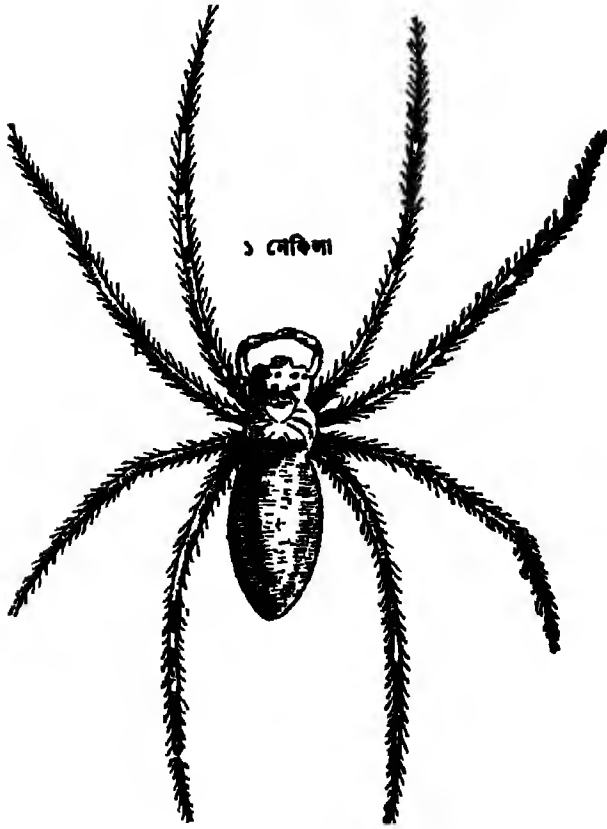
ও বন্ধ যেন একত্র হইয়া গিয়াছে। বন্ধদেশ হইতেই আটটি পা নির্গত হইয়াছে।

প্রত্যেক পায়ে সাতটি কবিয়া গাঁইট।

মাকডসাব একটি উদব আছে তাহা

তোমবা জান। ইহাদের দেহ

ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র লোম দ্বাৰা আবৃত।



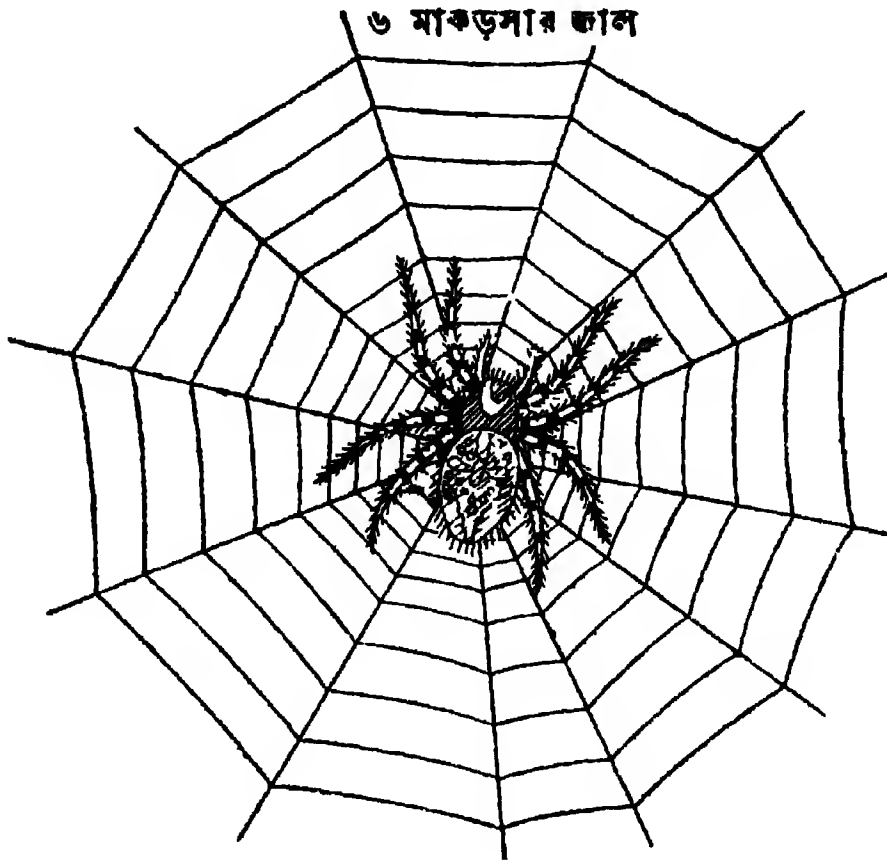
২১নং চিত্র—মাকডসা



২২নং চিত্র—মাকডসার দাঁত

ইহাবা জালের গায় ফাঁদ প্রস্তুত কবিয়া কিকপে কীট পতঙ্গকে ফাঁদে ফেলিয়া বধ কবে তাহা তোমবা অনেকে দেখিয়াছ। ইহাদের পেটের নিচে এক প্রকাব বসস্থালী আছে। যখনই ইচ্ছা হয় মাকডসা তখনই উহা হইতে বস নিঃসরণ কবিতে পারে। এই বস নির্গত হইবাব সময় জলের মত বেশ পাতলা থাকে কিন্তু বায়ুস্পর্শে অল্পক্ষণেই উহা গঁদের মত শুকাইয়া যায়। মাকডসা প্রথমে এক ফোঁটা বস নির্গত করিয়া কোন স্থানে আটকাইয়া দেয় পরে ঘুবিয়া ঘুবিয়া মুখের ঐ বস আবণ্ড কয়েকটি স্থানে লাগাইয়া জাল বুনে। এই জাল কিকপে সূক্ষ্ম তাহা তোমবা জান। মাকডসার জালনির্মাণ কার্ঘ্যে নিপুণতা এবং সৌন্দর্য দেখিয়া বিস্মিত হইতে হয়। এই জাল প্রস্তুত করিবাব সময় সে ইতস্তত লাফাইয়া এবং একীটি সূক্ষ্ম সূত্রে ভর করিয়া ঝুলিয়া জালটি শক্ত হইয়াছে

কিনা পবীক্ষা কবে। ইহার নাভী হইতে এইরূপে বস নিঃসৃত হয় বলিয়াই মাকডসাব আর এক নাম উর্ণনাভ। জালের কেন্দ্রেব নিকটে আটা তত থাকেনা। কিন্তু বাহিবেব অংশ বেশ আটাল, এই অংশই যথার্থ পতঙ্গ ধৰিবাব ফাঁদ। মশা, মাছি বা অন্য কোনও পতঙ্গ এই জালে পড়িলে প্রথমেই তাহাব পক্ষ আটায় আটকাইয়া যায়। মাকডসা কিন্তু সেই সময় জালের উপর থাকে না,



২৩নং চিত্র—মাকডসাব জাল

পাছে তাহার শিকারগুলি তাহাকে দেখিলে দূর হইতে পলাইয়া যায়, সেজন্য মাকডসা নিকটবর্তী কোন স্থানে ঐ জালের সূতা দরিয়া লুকাইয়া থাকে। ঐ সূতায় টান পড়িলে জালে শিকার পড়িয়াছে স্থির করিয়া বাহিরে আসে এবং দস্ত দিয়া কাটিয়া শিকারকে খণ্ড খণ্ড করে এবং বিষস্থালীর বিষ উদগীরণ করিয়া শিকাবটিকে নিশ্চেজ করিয়া ফেলে। সেই মৃত শিকাবকে লইয়া একটু আড়ালে

গিয়া মাকডসা তাহাব দেহবস শোষণ কবে ও ক্ষুন্নিবৃত্তি না হইলে অল্প শিকারের জন্ত অপেক্ষা কবে। এক শিকার শেষ না হইতে যদি অল্প শিকার আসিয়া পড়ে তবে ইহা প্রথমটিকে অর্চৈতন্ত্য কবিয়া ফেলিয়া দিয়া দ্বিতীয়টিকে আক্রমণ করিতে যায়। আহাব শেষ হইলে অনেক সময় শিকাবের দেহাবশেষ তাহাব জালের উপবেই ফেলিয়া দেয়। মাকডসাব জাল পর্যবেক্ষণ কবিলে তাহাতে মাছি ও অন্যান্য পতঙ্গের দেহাবশেষ দেখিতে পাইবে। পূর্বে প্রজাপতি হইতে সম্বৃত যে বেশম সূতাব কথা বলা হইয়াছে তাহাব সহিত মাকডসাব সূতাব যথেষ্ট সাদৃশ্য আছে। ইহাবা ভীষণ হিংসাপরাধ, একা বাস করিতে ভালবাসে। স্বজাতীয় অল্প আব একটিকে দেখিলেই তাহাকে মাঝিয়া ফেলিতে চেষ্টা কবে। মাকডসাব সূতা বহুদূর বিস্তৃত হয়।

মাকডসাব শ্বাসপ্রণালী পতঙ্গের শ্বাসপ্রণালী হইতে ভিন্ন। ইহাব দেহে ফুস্ফুস না থাকিলেও তাহাবই অল্পকপ বহুস্তব-যুক্ত যন্ত্র আছে। প্রাণিতত্ত্ববিদগণ এই যন্ত্রের নাম দিয়াছেন বায়ু-গ্রন্থ (Lung book)। দেহের উপবের কয়েকটি ছিদ্রের সহিত এই যন্ত্র সংযুক্ত। বায়ুনল-পথ ও ঐ যন্ত্র সাহায্যে ইহাব শ্বাস ক্রিয়া সম্পাদিত হয়।

ইহাবা সমাজ বন্ধ ভাবে বাস কবিত্তে চায় না। স্ত্রী মাকডসা পুরুষ মাকডসা অপেক্ষা আকৃতিতে বড় ও অধিক বলশালী। উহাবা এক সঙ্গে অনেকগুলি ডিম প্রসব কবে ও তাহাদিগকে বক্ষা কবিবার জন্ত এক প্রকাব সূক্ষ্মসূত্রে গঠিত থালি ব্যবহার কবে। এই থালি তোমবা দেখিয়া থাকিবে। উহাব নিম্নদিকে একটি চাকুনিও থাকে। অনেক সময় মাকডসাকে ঐ থালি পেটের নিচে লইয়া ইতস্তত ভ্রমণ কবিত্তে দেখা যায়। পতঙ্গের মত ইহাব দেহের বিভিন্ন ক্রম বিকাশ হয় না। পূর্ণাবয়ব প্রাপ্ত হইবার পবেও মাকডসা দুই তিন বাব খোলস ত্যাগ কবে।

মাকডসা শুধু যে স্থলে ভ্রমণ কবে, তাহা নহে। জলচর মাকডসাও দেখিতে পাওয়া যায়। আবার স্থলচরী অত্যন্ত হিংস্র প্রকৃতির নানা শ্রেণীর মাকডসাও

আছে। দেহের আকৃতি বর্ণ ইত্যাদি প্রভেদে ইহারা নানা জাতিব হইয়া থাকে।

কতকগুলি মাকড়সা আছে, তাহাদের দেহের আকার দেখিলে ভয়ঙ্কর



২৪নং চিত্র—ডিম্বের থালীসহ স্ত্রী মাকড়সা

বলিয়া মনে হয়। শোনা যায় ইহারা মানুষের গায়ে ঘা চাটিলে খাগুলি বিষাক্ত

৩ লাইকোর্সা



২৫নং চিত্র—জলচর মাকড়সা

হইয়া উঠে। স্বজাতীয়ের মধ্যে অত্যধিক হিংসাপরায়ণ হইলেও মানুষকে

দেখিলে ইহা বা দূবে পলাইয়া যায়। পিপীলিকা মানুষকে কামড়াইয়া থাকে, কিন্তু মানুষকে মাকডসা কামড়াইতে দেখা যায় না। কতকগুলি মাকডসাব দেহ বেটে হইলেও পা গুলি অপেক্ষাকৃত বড় এবং অধিক লোমযুক্ত।

জলচর মাকডসাগুলি **লাইকোসা** (*Licosa*) নামে অভিহিত হয়। তদ্বিন্ন **এপিরা** (*Apura*), **মিমুমেনা** প্রভৃতি আবণ বহু জাতীয় মাকডসা আছে।

সংক্ষেপে ০—পিপীলিকাব দেহ তিন ভাগে বিভক্ত, ইহাদের চয়টি পা। ইহা বা সমাজবদ্ধভাবে থাকে তাই স্ত্রী পুরুষ ও শ্রমিক বিভাগ আছে। ইহাদের সকলে শব্দ প্রায় কবিত্তে পাবে না। পুরুষ ও বাণীব দুই জোড়া পাতলা ডানা আছে। স্ত্রীগুলি আকাৰে সৰ্বাপেক্ষা বড়, পুরুষগুলি সকলেব ছোট। মাটিতে না গাছেব কোটেব বাস কবে। প্রায় ২০ বৎসব বাচে। মৌমাছিব তিনটি শ্রেণী—বাণী সৰ্বাপেক্ষা লম্বা এবং শ্রমিক সৰ্বাপেক্ষা ছোট। তিন বৎসবব অধিক বাচ না। পৌষ্টিক নালীব একাংশে মধু সঞ্চয় থলী। আত্মবক্ষাব জন্তু না শত্রুকে আক্রমণ বরিবার জন্তু শ্রমিকদেব হল আছে। বাণীব হল ছোট, পুরুষেব হল নাট। ইহাদেরও চয়টি পা। মশা দুই জাতীয় আনোফিলিস ও কিটলেন্স, আনোফিলিসেব স্ত্রী ও পুরুষেব মধ্যে স্ত্রীগুলি ভয়ঙ্কর এবং বড় পিপাসু। ইহা বা বাত্রে বাহিব হয়। আনোফিলিস আসনেব সহিত আপন দেহ ৪৫° ডিগ্রী কোণ কবিতা বসে। প্রজাপতিব সবদেহে ফুলেব রেণুব স্থায় এক প্রকাব পদার্থ থাকে। দেহ তিন ভাগে বিভক্ত, চয়টি পা, দুই জোড়া পুঞ্জাঙ্কি, মুখেব সন্মুখে শৃংয়া। ইহা বা দুই জাতীয়—প্রজাপতি ও মথ। মথেব শৃংয়া সব কিন্তু প্রজাপতিব শৃংয়া মোটা কাহাকেও কামড়াইতে পাবে না। মাকডসাব দেহ দুই ভাগে বিভক্ত, মাথা ও পেট। ইহাদের আটটি পা, চাবি জোড়া সরল চক্ষু। ইহা বা বড় হিংস্র, সমাজ বদ্ধভাবে বাস কবিত্তে চায় না। যে জালে ইহা বা শিকার ধবে তাহা ইহাদের লাল ঘাবা প্রস্তুত।

তৃতীয় প্রশ্নমালা

১। কেঁচো কোন্ পর্বভুক্ত জীব? ইহাব খাচ্ছ এবং বাসস্থান সম্বন্ধে কি জান লিখ। (To which phylum does earthworm belong? Write what you know of its food and where it lives)

২। কেঁচোর বহির্দেহেব বিবরণ দাও। (Describe the different parts of the body of an earthworm)

৩। চিত্র সাহায্যে কৌচোর দেহের ভিতরের শরীর যন্ত্রগুলির পরিচয় দাও। (Show by a diagram the location of different organs of an earthworm in its body.)

৪। কিউটিকুল, টিপলোসোল ও কিটা সম্বন্ধে সংক্ষিপ্ত পরিচয় দাও। (Write short notes on —Cuticle, typhlosol and chæta)

৫। পিপীলিকার জীবন বৃত্তান্ত লিখ। (Narrate the life history of an ant)

৬। পিপীলিকার সামাজিক জীবন কেমন লিখ। (Write how the social life of an ant is)

৭। পিপীলিকার দেহের কি কি বিভিন্ন অংশ এবং তাহাদের সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও। (Write short notes on the different parts of the body of an ant)

৮। মোমাছির বহির্গঠন ও পোষ্টিক নালী বর্ণনা কর। (Describe the external feature and alimentary canal of a bee.)

৯। শ্রমিক এবং রাণী মোমাছির কি কাজ? (What are the functions of a worker and a queen bee ?)

১০। পিপীলিকা ও মোমাছির তুলনা কর। (Compare an ant with a bee)

১১। মশার জীবনী লিখ। (Describe the life history of a mosquito)

১২। দুই প্রকার মশার তুলনা কর। (Compare two kinds of mosquitos)

১৩। প্রজাপতির বিবর্তন সম্বন্ধে যত্ন জান লিখ। (Write the different stages of a butterfly or moth.)

১৪। বাবসার দিক দিয়া বেশম পোকার উপকারিতা কি? কিরূপ রেশম পাওয়া যায় লিখ। (Write down the commercial utility of a silk worm and how we get silk)

১৫। মাকড়সার জীবনী লিখ। (Write the life history of a spider)

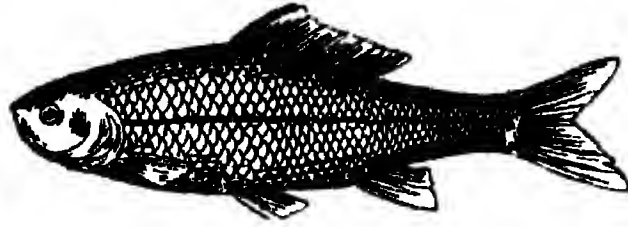
১৬। মাকড়সা কিরূপে শিকার ধরে লিখ। (Write how the spider catch their victims)

চতুর্থ পরিচ্ছেদ

মাছ ও ব্যাঙ

মাছ

জল, বায়ু এবং পারিপার্শ্বিক অবস্থার প্রভাব প্রত্যেক প্রাণীর আকৃতি ও প্রকৃতির উপর দেয়া দেয়, এবং সেইরূপ পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত যুক্ত করিবাব পক্ষে যাহাতে সুবিধা হয় সেজন্য ভগবান প্রত্যেক প্রাণীর দেহগঠনও বিভিন্ন করিয়াছেন। ঈশাব, জাহাজ, নৌকা প্রভৃতি জলযানগুলি গঠন করিবাব সময়

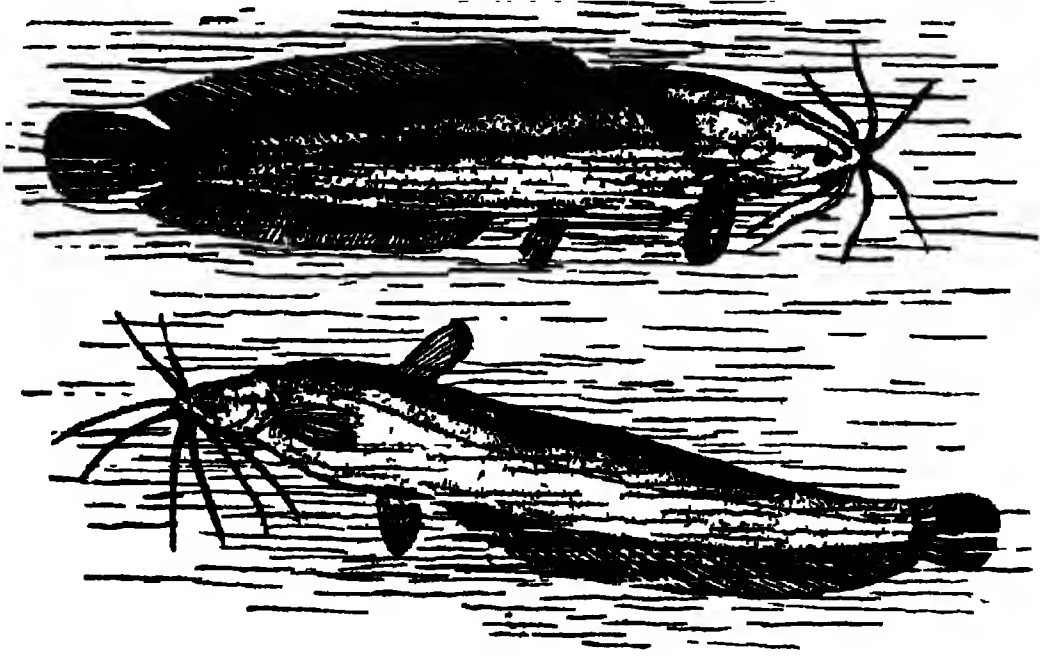


২৬নং চিত্র — মাছ

আমরা ইহাদের আকার রেল গাড়ীর বা ঘোড়ার গাড়ীর চতুষ্কোণ কামরাব মত গঠন করি না। একটি মাঝা মাঝি কাটা পটোলের মত ইহাদের খোল নির্মাণ করা হয়। তাহাতে সুবিধা এই হয় যে চলিবাব কালে জল ইহাদের গতি পথে অধিক বাধা দিতে পারে না। তোমরা দেখিয়াছ প্রত্যেক মাছের দেহ ঠিক ঐকপ ভাবে গঠিত—দুইদিক সরু এবং মধ্যভাগ অপেক্ষাকৃত মোটা। ইহাতে, জলে সাঁতার দিবাব পক্ষে ইহারা অনেক সুবিধা পায়। পাখীদের যেমন পাখা এবং পালক থাকে, স্তন্য-পায়ী জীবদের যেমন লোম থাকে, মাছ মাছেরই তেমনই জোড়া পাখনা আছে এবং প্রায় সকলের দেহে আঁশ আছে। ইহারা মেরুদণ্ডী প্রাণীদের নিম্নতম শ্রেণীর জীব।

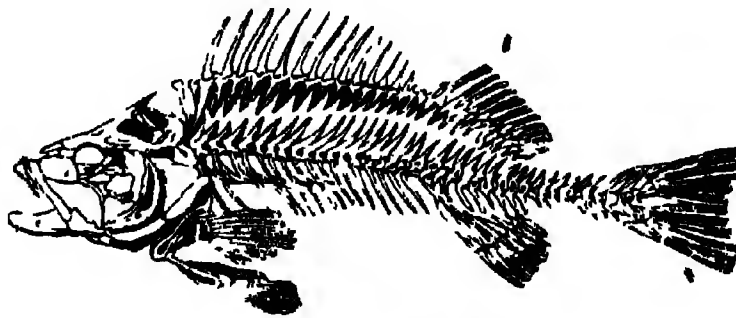
সকল মাছের দেহে এক পিচ্ছল পদার্থ গাখান আছে বলিয়া মনে হয়; সেজন্য ইহাদের দেহ অতিশয় পিচ্ছল, ধরিতে গেলে পিচ্ছলাইয়া যায়। ইহাতে তাহাদের আততায়ীর হাত দুইতে বন্ধ পাইবাব বিশেষ সুবিধা হয়। ট্যাংরা, মাগুর,

শিল্পি প্রভৃতি কয়েকটি মাছ ছাড়া সকল মাছেব শবীব আঁশে ঢাকা। যাহাদেব আঁশ নাই সে সকল মাছেব লম্বা লম্বা গোঁফ দেখা যায়, অবশ্য বড় হইলে কুই



২৭ নং চিত্র—শিঙী মাছ ও মাগুর মাছ

মাছেবও গোঁফ জন্মাইতে দেখা যায়। সকল মাছেব দেহ একটি প্রধান হাড় দ্বারা গঠিত—উহাই মাছেব মেকদণ্ড। মেকদণ্ড হইতে কতগুলি লম্বা লম্বা কাঁটা বাহিব হইয়া মাছেব দেহেব কাঠাম প্রস্তুত করে এবং তাহাতেই মাছেব বিভিন্ন আকার

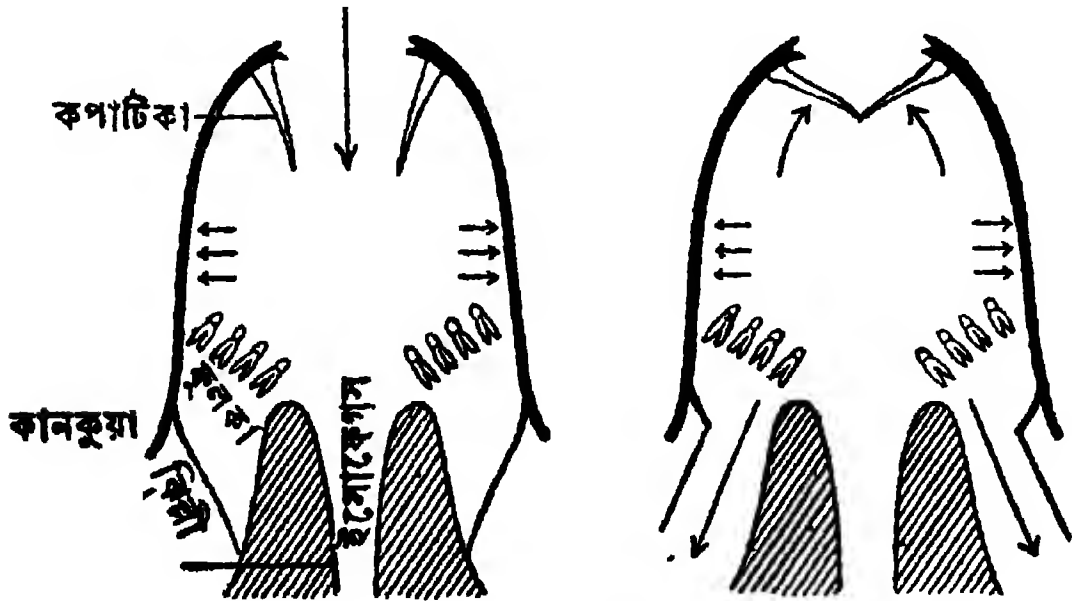


২৮ নং চিত্র—মাছেব হাড়

বিশেষ রূপে নির্দিষ্ট থাকে। পেটেব কাঠাম ঠিক করিবার জন্য যে বড় বড় কাঁটাগুলি আছে তাহাদিগকে মাছেব জঙ্ঘাস্থি বলা চলে। বড় মাছেব পেটি থাইবার সময় তোমরা যে বড় বড় কাঁটা ফেলিয়া দাও তাহাই মাছেব জঙ্ঘাস্থি। মাছেব

কানকোব দুই পাশে দুইটি, বুকেব দুই পাশে দুইটি, পেটেব তলায় দুইপাশে দুইটি, সমস্ত পিঠেব উপর লম্বা একটি এবং লেজে অপেক্ষাকৃত আয়তনে বড় একটি করিয়া পাখনা (Wing) আছে। এই পাখনার সাহায্যেই ইহাবা জলে সাঁতাব দেয় এবং আপনাদেব গতি পথ ঠিক রাখিতে পাবে। ইহাই মাছেব হাত পা বলিলে চলে। লেজেব পাখনাটি নোকাব হালেব সঙ্গে তুলনীয়। মাছেব কানকোব নিচে ফুলকা (Gill) থাকে, সেই ফুলকাব সাহায্যে ইহারা অক্সিজেন গ্রহণ কবে। ফুলকাকে ঢাকা দিয়া ইহাব উপব একটি গন্ধ আবরণ থাকে তাহাকে মাছেব কানকুয়া (Operculum) বলে। ইহাদেব নাক আছে বটে কিন্তু নাক দিয়া নিশ্বাস গ্রহণসেব কাজ চলে না, তাহাব দ্বাৰা ইহাবা জ্ঞান লইয়া থাকে। এই জন্ত জল হইতে তুলিলে মাছ বেশীক্ষণ বাঁচে না। ইহাদেব চোখ আছে বটে কিন্তু চোখেব পাতা নাই বলিয়া ইহাদিগেব ঘুমন্ত অবস্থায় চোখ খোলা থাকে।

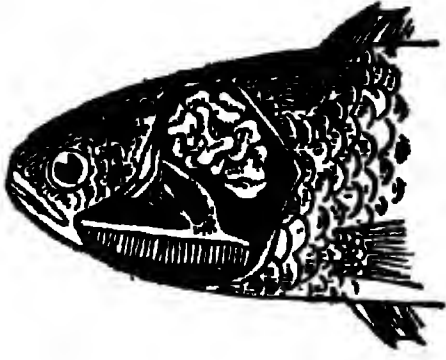
ইহাবা হাঁ কবিয়া মুখ জল টানিয়া লয়, পবে চোখাল তুলিয়া ববে। ফলে জলে সাপ লাগে। সেই চাপে খানিকটা জল ফুলকাব মধ্য চলিয়া যায়। জলেব



২৯নং চিত্র—মাছেব শ্বাসক্রিয়া

অক্সিজেন ফুলকাস্থিত সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম বস্তুবহা নালীব ভিতর প্রবেশ কবে। এইবাব

মুখ বন্ধ কবিয়া দিলে জলে আবণ্ড বেনী চাপ পড়ে। কাজেই তখন কানকুয়া খুলিয়া যায় সেই পথে জল বাহিব হইয়া যায়। হয়ত লক্ষ্য কবিয়াছ পুকুরে কাঁকে কাঁকে মাছ ভাসিয়া এইরূপ ভাবে অক্লিঞ্জন গ্রহণ করে। ইহাকেই মাছেব খাবি খাওয়া বলে। ভেটকী মাছেব কানকুয়াতে একটি করাত থাকে। কানকুয়ার



৩০ নং চিত্র—পোনানাছেব ফুলকা

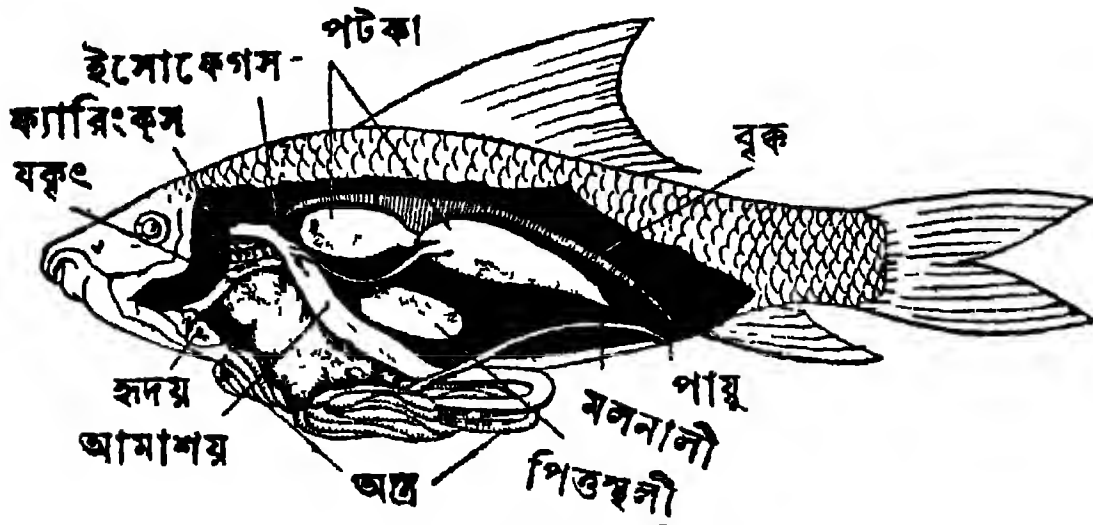
নিচে উহাদের অত্যাবশ্যকীয় শ্বাস-যন্ত্র ফুলকা থাকে বলিয়া তাহা স্ববক্ষিত বাখিবাব জন্ত কানকুয়া দুইটি শক্ত চেপ্টা হাডে গঠিত। বলিতে গেলে সকল মাছেব মাথাটিই একপ শক্ত হাড দ্বারা গঠিত। মাছেব মুড়া খাইবাব সময় ইহাদের মাথায় ঘি কোথায় থাকে দেখিয়াছ। ইহাই মাছেব মস্তিষ্ক। মাথায় একটি প্রকোষ্ঠে ইহা বক্ষিত হয়। আবণ্ড অনেকগুলি প্রকোষ্ঠ মাথায় আছে দেখিয়া থাকিবে। তাহাতে অগ্ন্যান্ন শবীৰ যন্ত্র বক্ষিত হয়।

মাছেব গলায় ফ্যারিংস আছে। সেইখানে দাঁতেব গ্ৰায় এক বকম পেষণ যন্ত্র আছে তাহা দিয়া মাছ পাচু চিবাঁইয়া থাকে। বোয়াল বা ঐ জাতীয় মাছেব দাঁত কিন্তু চোয়ালের উপব সন্নিবিষ্ট থাকে। বোয়াল, প্রভৃতি কতকগুলি মাছেব মুখবিবব অত্যন্ত প্রশস্ত। আবার কালবোস মাছেব মুখ দেহেব তুলনায় ছোট। কালবোস বা কই জাতীয় মাছেব মুখেব সামনে দুইটি মাংসেব গদি থাকে উহাদিগকে উহাদের অধরোষ্ঠ বলিলে চলে। বঁডশীতে মাছ ধরিলে দেখিবে অধিকাংশ মাছেব ঠিক ঐ গদির নিচে একটি নরম ডায়গায় বঁডশী আটকাইয়া থাকে।

ফ্যারিংস পার হইয়া মাছেব দীর্ঘ পোষ্টিক নালী কুণ্ডলীকৃত হইয়া পেটে থাকে ; ইহাব অপব প্রান্তই ইহাদের মল নালী। ফ্যারিংসের পব যথাক্রমে ইসোফেগাস, আমাশয় বা পাকস্থলী ও অন্ত্র। বস্তুত সকলগুলিই পোষ্টিক নালীর অংশ মাত্র। পাকস্থলীকে জড়াইয়া বন্ধ থাকে। এই বন্ধতই মাছেব মেটুলি। ইহাদের পিত্ত-

খলীটির মুখ সরু এবং পিছন দিক মোটা যেন একটি গদা। ইহা সর্বদাই একপ্রকার সবুজবর্ণ তবল পদার্থে পূর্ণ থাকে। আবরণটি অতিশয় পাতলা বলিয়া একটু নাড়িলে ইহা গলিয়া যায় এবং উক্ত তবল পদার্থ যদি মাছে পড়ে তবে মাছ তিত্ত হইয়া যায়। তাই সাবধানে মাছ কুটিতে হয় যেন খলিটি গলিয়া না যায়। যকৃৎ ও পিত্তথলী উহাদেব হজমী যন্ত্র।

মাছের পেটে আব একটি যন্ত্র আছে। তাহা তোমাদেব সকলেব পবিচিত পটকা। পটকাব দুইটি কক্ষ। দুইটি কক্ষ একত্র হইলে ইহাও একটি গদার



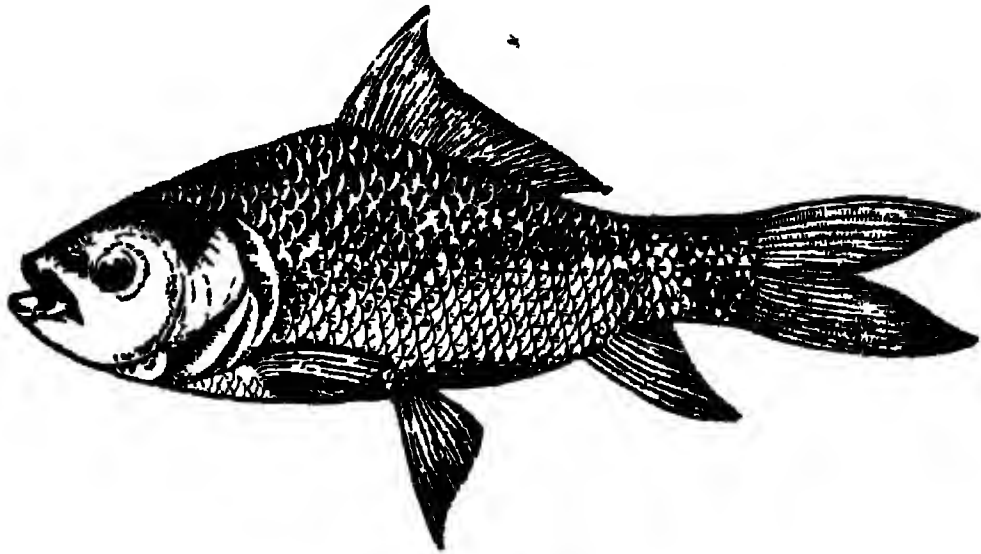
৩১ নং চিত্র - মাছেব পৌষ্টিক নালী

মত দেখায়—মাঝখানটি যেন কোন কারণে চূপসিয়া গিয়াছে। মাছেব পটকায় যখন বাতাস ভরা থাকে তখন ইহাকে ফোটাইয়া তোমবা অনেকে কৌতুক কব। মাছ এই পটকা ইচ্ছামত ফুলাইয়া ইহাতে বাতাস ভবিত পাবে। তাহাতে ইহাদেব ভাসিবার সুবিধা হয়।

রক্তসঞ্চালন প্রণালী (Circulatory system):—অন্যান্য মেরুদণ্ডী প্রাণীর ন্যায় ইহাদের রক্ত সঞ্চালন যন্ত্র আছে। ফুলকা দুইটির মাঝে একটু নিচে হৃদয়। হৃদয়েব প্রধান দুইটি ভাগ অলিন্দ (Auricle) ও নিলয় (Ventricle)। হৃদয় হইতে দূষিত রক্ত, শিরা (Vein) দিয়া ফুলকায় নীত হয়। সেখানে ফুলকা দ্বারা জল হইতে অক্সিজেনেব সাহায্যে ঐ দূষিত রক্ত বিশুদ্ধ

হইয়া সমস্ত শরীরে ছড়াইয়া পড়ে। আবার সমস্ত শরীরের দূষিত রক্ত ধমনী (Artery) দ্বারা বাহিত হইয়া হৃদয়ে পৌঁছায়। পুনরায় ঐ রক্ত বিশুদ্ধ হইয়া দেহ মধ্যে ছড়াইয়া পড়ে। হৃদয় সঙ্কুচিত হইলে রক্ত বাহিবে যায় এবং বিস্তারিত হইলে বাহিবের রক্ত হৃদয়ে ছুটিয়া আসে। মাছের রক্ত লাল—ইহাতে নিউ-ফ্লিয়াসযুক্ত শ্বেত কণিকা ও লোহিত কণিকা দুই-ই আছে।

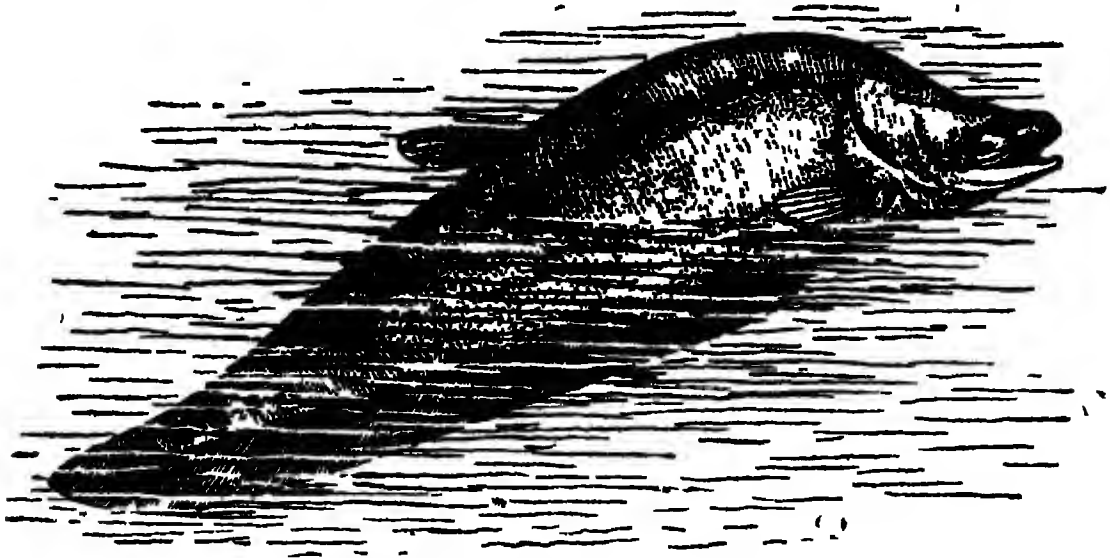
মাছ জলের শেওলা ও ছোট ছোট পোক মাকড় এবং ছোট ছোট মাছ খাইয়া বাঁচিয়া থাকে। অনেক মাছ আপন সন্তান দিগকে কাঁকে কাঁকে লইয়া ঘুরিয়া বেড়ায়। বর্ষাকালে ল্যাটা, শোল প্রভৃতি মাছের এইরূপ কাঁক পুকুরে দেখিতে পাওয়া যায়। হিংস্র এবং শিকারী মাছের বড় বড় দাঁত দেখা যায়। বোয়াল মাছ হিংস্র—ইহাব দাঁত অগ্ন্যাগ্ন মাছের চেয়ে বড় বড় এবং সংখ্যায় অধিক। কতকগুলি ছোট ছোট মাছ আছে তাহারা জলের উপরে থাকিতে ভালবাসে। কিন্তু অধিকাংশ বড় মাছ গভীর জলে বাস করিয়া থাকে। বান,



৩২ নং চিত্র—কাতলা মাছ

পাঁকাল প্রভৃতি মাছ পাকের ভিতর থাকিতে ভালবাসে। সকল মাছই ঘোলা জলের গন্ধে সেই দিকে ছুটিয়া যাইতে চায়। প্রত্যেক মাছ উজান ঠেলিয়া আনন্দ পায়। নদীর ঘোলা ও স্রোতের জল ছাড়া ইলিশ মাছ বাঁচিতে পারে না।

মাছ যে কত প্রকারের আছে তাহা বলা যায় না। তবে তোমরা যে চিংড়ি খাও তাহা প্রকৃত পক্ষে মাছ নয় জলের পোকা, ইহা হযত জান। মাছের সহিত ইহাদেব কোন সাদৃশ্য নাই কিন্তু পোকাব সহিত আছে। কই, শিঙি, চিতল প্রভৃতি কতকগুলি মাছ আছে তাহাবা জলে ফুট খায় দেখিয়াছ। ইহাবা অধিকক্ষণ জলে ডুবিয়া থাকিতে পাবে না। কারণ জলের সঙ্গে যে অক্সিজেন আছে তাহা তাহাদেব শ্বাস-কার্যের পক্ষে যথেষ্ট নয়। তাই মাঝে মাঝে তাহাদিগকে জলের উপরের বায়ু হইতে অক্সিজেন গ্রহণ করিতে হয়। এই সকল মাছের অক্সিজেন গ্রহণ কবাকেই মাছের খাবি খাওয়া বলি। কই, কাতলাব খাবি

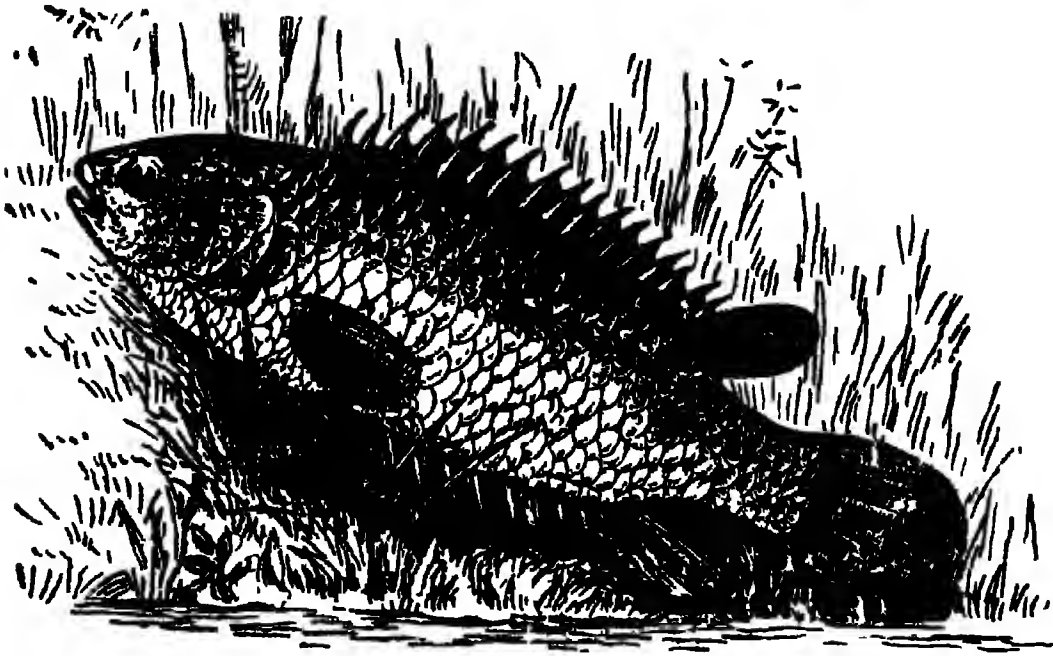


৩৩ নং চিত্র—চিতল মাছ

খাওয়া এবং ঐ সকল মাছের ফুট খাওয়ার উদ্দেশ্য এক হইলেও উহাদেব কার্যপদ্ধতি বিভিন্ন বলিয়া মনে হয়।

কতকগুলি মাছের তেল এত অধিক হয় যে তাহাদিগকে তৈল দিয়া তো রাধিতেই হয় না অধিকন্তু ভাজিলে তাহাদেব দেহ হইতে যে তৈল নির্গত হয় তাহাতে অন্য কার্যও চলিতে পারে। উদাহরণ স্বরূপ ইলিশ মাছ ও কড মাছের কথা বলা যাইতে পারে। ইলিশ মাছের মত স্তম্ভাছ মাছ নাই বলিলেই চলে। কড মাছের তৈল ঔষধরূপে প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

মাছ একসঙ্গে বহু ডিম প্রসব করে। এমন কি একেবারে লক্ষ লক্ষ ডিম প্রসব করে। তাহা হইতে বাচ্চা বা পোনা হয়। কুই, কাতলা প্রভৃতি



৩৪ নং চিত্র—কইমাছ

মাছের ডিম পুকুরে বা সকল নদীতে হয় না। সেইজন্য আমাদের দেশের জেলেবা সুবর্ণবেখা হইতে মাছের ছোট ছোট পোনা আনিয়া পুকুরে ছাড়ে। মাছের ডিমও আমাদের একটি স্তন্যাত খাদ্য।

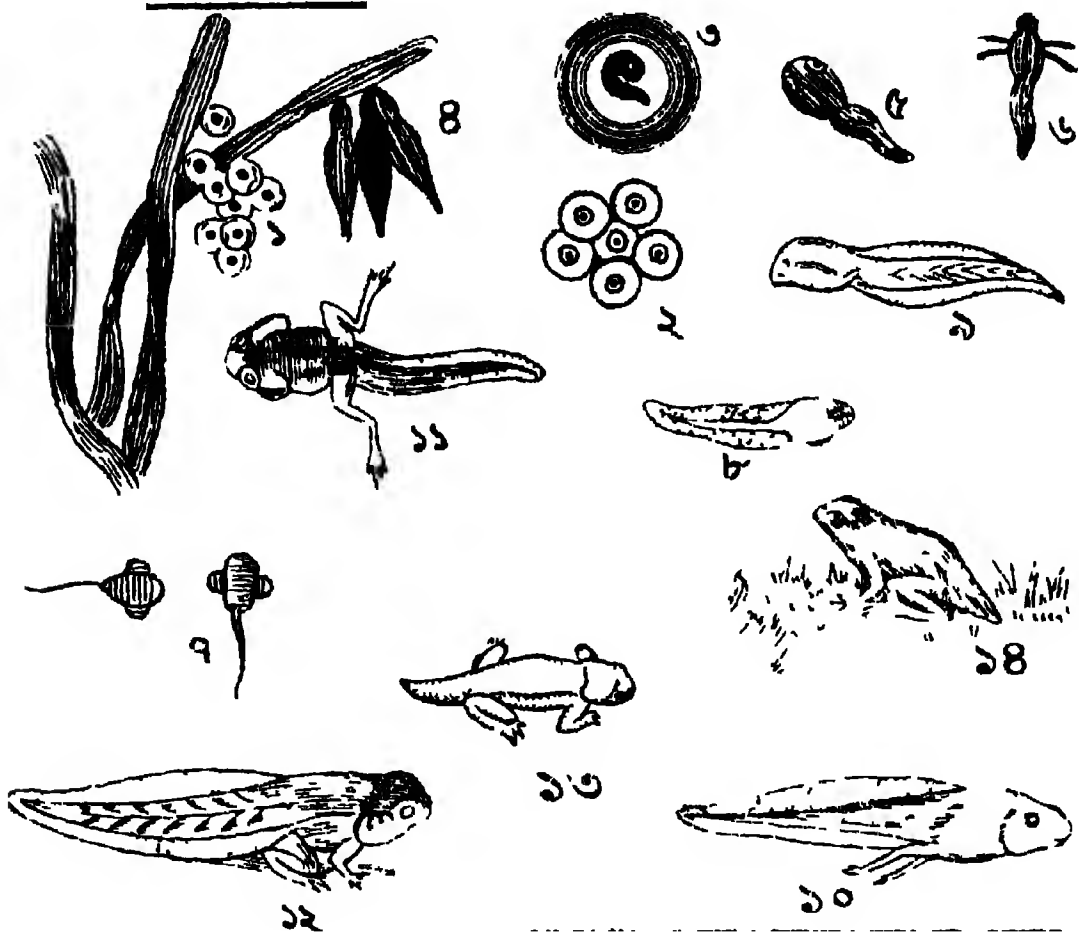
মাছ সাধাবর্ণত জলের জীব, তাই প্রত্যেক প্রকার মাছ সম্ভবণে পটু। কিন্তু ইহাদের মধ্যে এমন অনেক মাছ আছে যাহা অগ্ন্যন্ত অবয়ব দিয়া যাতায়াত করিতে পারে। কইমাছ কেমন কানকোয়া বাহিয়া মাটি বাহিয়া যায় হয় ত তোমরা দেখিয়াছ। পাঁকাল ও বান মাছ সাঁতাব দেওয়ার চেয়ে পাঁক কাটিয়া যাইতে পটু।

ব্যাঙ

ব্যাঙ মাছের পবেব স্তবেব জীব। মাছ জলে না থাকিলে মরিয়া যায়—ব্যাঙ বিহু উভচর। স্থলচর প্রাণীদের সঙ্গে ইহাদের যথেষ্ট সাদৃশ্য আছে। অথচ ছোট বেলায় যখন ইহা বা ব্যাঙাচি থাকে তখন দেখিলে ইহা বা যে কালে ব্যাঙ

হইবে একথা বিশ্বাস করা যায় না। তখন ইহাদিগকে মাছ বলিয়াই মনে হয়।

চিত্রে ১, ২ কবিয়া ব্যাঙের ডিম হইতে বাচ্চা অবস্থা পর্যন্ত পরিণতি দেখান হইল। বর্ষাকালে কয়েক পশলা বৃষ্টি হইবার পবে ইহা বা পুকুরের ধারে ডিম



৩৫ নং চিত্র—ব্যাঙের পরিবর্তন

পাড়ে। প্রথমে গাঁদের আটার মত চটচটে একটি পিণ্ডের মত ডিমগুলি একত্র হইয়া থাকে তন্মধ্যে কাল কাল দানাগুলিই উহাদেব ডিম। যতদিন যায জলের সংস্পর্শে ততই ডিমগুলি আকাবে বাড়িতে থাকে। পবে ক্রমে লম্বা হয়। তাহার পরে দুই পাশে দুইটি ডানা বাহির হয় এবং মাথাব দিক চেপ্টা ও প্রায় গোলাকাব হয় এবং তাহার পিছনে লেজ দেখা দেয়। এই অবস্থায় কাল কাল পোকা হিসাবে আমবা পুকুরের জলে ব্যাঙের বাচ্চা দেখি। ইহারাই ব্যাঙাচি নামে পরিচিত।

সোনা ব্যাঙএব ব্যাঙাচিব লেজ বেশ বড় হয়। ডিম হইতে বাহির হইয়া প্রায় ১৫ দিন পর্যন্ত তাহাদেব মুখবিবর খোলে না বলিয়া তাহাদিগকে কিছু খাইতে হয় না। তখন ইহাবা দেহেব অংশ বিশেষ হইতে খাত্ত গ্রহণ করিয়া বাঁচিয়া থাকে।

প্রথমে ব্যাঙাচিব ফুলকা থাকে না। একটু বড় হইলে মুখে ফুলকা জন্মে, তাহাব দ্বারাই প্রথম প্রথম ইহাবা শ্বাস কার্য চালায়। পরে মাছেব ন্যায় ইহাদেব কানকুয়া গজাইয়া উঠে এবং ফুলকা কানকুয়াব নিচে ঢাকা পড়িয়া যায়। তখন আবাব মাছেব মত মুখ দিয়া জলশোষণ করিয়া কানকুয়া দিয়া বাহিব করিয়া দেয়। সঙ্গে সঙ্গে ফুলকা দিয়া জলের অক্সিজেন গ্রহণ কবে। এই সময় হইতে উহাদেব ফুস্ফুস জন্মাইতে আরম্ভ কবে। সোনা ব্যাঙেব ব্যাঙাচি অপেক্ষা কুনো-ব্যাঙেব ব্যাঙাচিব আগে কানকুয়া গজায়।

নানাদিক এক মাসের মধ্যে ব্যাঙএর দেহে আমূল পরিবর্তন ঘটে। কানকুয়াব নিচে দুই পাশে দুইটি পা বাহির হয়। পরে ঠিক লেজ ও দেহেব সংযোগস্থলেব একটু অগ্রভাগে দুইটি পিণ্ড দেখা দেয়, তাহাবাই বর্ধিত হইয়া কালক্রমে উহাদেব পিছনেব পা গঠিত কবে। কানকুয়াব সামনেব পা চাপা থাকে বলিয়া মনে হয় যেন পিছনেব পা আগে বাহিব হয়। এই সময় হইতে ইহাদিগকে ব্যাঙেব বাচ্চা বলিয়া মনে হয়, তবু তখনও ইহাদেব লেজ থাকে। যতদিন যায় তত লেজ, শ্বসিয়া যায় এবং দেহ ক্রমশ স্থূলতর হয়, পাগুলিও বড় হয়। ব্যাঙাচি অবস্থায় ইহাদেব লেজ বা দুই পাশেব ডানা কাটিয়া দিলে উহাবা পুনর্বায গজাইয়া উঠে। কিন্তু বড় অবস্থায় ইহাদেব হাত পা কাটিয়া গেলে আব বড় হয় না।

ব্যাঙ নানা জাতীয়। সকলগুলিব আকার মুখ্যত একইরূপ হইলেও পার্থক্যও যথেষ্ট আছে। কোন কোন ব্যাঙ আকারে অনেক বড়, কোন কোন গুলির মুখটি লম্বা, চোখ ছোট আবার কোন কোনগুলিব বা মুখ খ্যাবড়া এবং চোখ বড়। কতকগুলি ব্যাঙেব গায়ে টিপ টিপ কাল রঙের বিন্দু থাকে এবং চামড়া অমসৃণ হয়, আবার কোন কোন ব্যাঙএর চামড়া মসৃণ এবং তাহাতে হলুদে রঙএর ডোরা দেখা যায়।

বর্ষাকালে জলে সবুজবর্ণের এক প্রকার ব্যাঙ দেখা যায়। ইহাদের আকার বড়, পিঠে কাল ডোরা, চামড়া মসৃণ। ইহাদিগকে সোনা ব্যাঙ (Rana)



৩৬নং চিত্র—সোনা ব্যাঙ

বলে। এক পশলা বৃষ্টি হইলে ইহাদের আনন্দ আব ধবে না। মাঠে ঘাটে ইহাদের গ্যা গোঁ শব্দে কান ঝালাপালা হইয়া উঠে।

আব এক প্রকার ব্যাঙ দেখা যায়—ইহারা ঝোপে ঝোপে বা গর্তে লুকাইয়া থাকে, ইহাদের আকার বিশেষ বড় হয় না, দেখিতে অত্যন্ত কদাকার। ইহাদিগকে কুনো ব্যাঙ (Bufo) বলে।

পূর্ণাঙ্গ ব্যাঙএর শরীর যন্ত্রের সহিত অত্যন্ত স্থলচব মেরুদণ্ডী জীবের অনেক সাদৃশ্য আছে। ইহাদের সর্বশরীর শক্ত চর্মাবৃত, মাথা এবং বুক বা পেট এক একটি বড় পিণ্ডের মত, খড় হইতে চারিটি পা বাহির হইয়াছে। মুখের উপর মাথায় দুইটি নাকের ছিদ্র আছে, তাহাতে দুইটি কপাটিকা আছে। কপাটিকাগুলি তাহাবা ইচ্ছামত খুলিতে বা বন্ধ করিতে পাবে, চোখ দুইটি উপর ও নিচেব পাতা দিয়া

বন্ধ করিতে পারে, কিন্তু আর একটি পর্দা বা ইহা বা চোখ বন্ধ না করিয়াও চাকিয়া রাখিতে পারে। চোখের পাশেই দুইটি কান পাতলা চামড়া দিয়া ঢাকা থাকে। ইহাদের ঘাড় বলিয়া কিছু নাই। ধড় এবং মাথা এক সঙ্গে থাকে। সম্মুখের পায়ে ৪টি এবং পশ্চাতের পায়ে ৫টি করিয়া আঙ্গুল আছে।



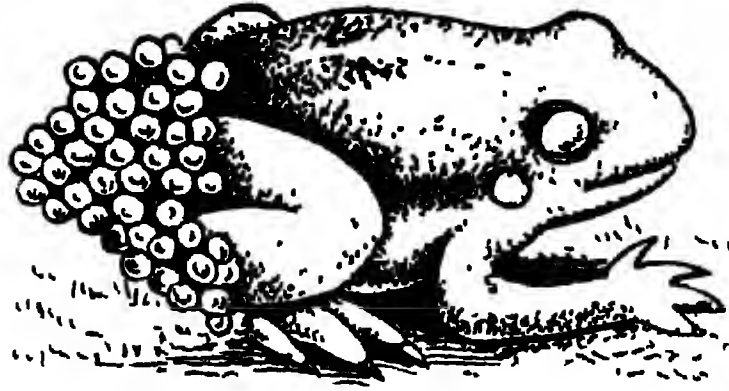
৩৭নং চিত্র—কুনো ব্যাঙ

পিছনেব পা গুলি সাধাবণত গুটাইয়া এবং সম্মুখেব পা উঁচু করিয়া ইহারা মাথা উঁচু করিয়া বসিয়া থাকে। ছুটিবাব সময় পিছনেব পায়ে জোব দিয়া প্রসারিত ও সঙ্কুচিত করিয়া লাফাইয়া যায়।

সোনা ব্যাঙএব উপর পাটিতে দাঁত আছে কিন্তু কুনো ব্যাঙের নাই। মুখ বিববে একটি জিহ্বা আছে। এই জিহ্বাব সম্মুখ ভাগ চোয়ালের সহিত জোড়া কিন্তু পশ্চাদ্ভাগ আলগা বলিয়া উহাদিগকে জিভটিকে উন্টাইয়া বাহির করিতে হয়।

ইহা বা বেশীক্ষণ ইঁা করিয়া থাকিতে পারে না, কাবণ ইঁা করিলে উহাদের শ্বাস কার্খের অল্পবিধা ঘটায় উহা বা ইঁাপাইয়া মবে। শ্বাস লইবার সময় মুখ বন্ধ করিয়া নাকের ঢাকা খুলিয়া বায়ু গ্রহণ কবে। পবে নাকের ঢাকা বন্ধ করিয়া মুখবিবর

সঙ্কুচিত করে। ইহাতে মুখ গহ্বরস্থ বায়ু, চাপ পাইয়া ফুস্ফুসে চলিয়া যায়। নিশ্বাস ত্যাগকালে মাংসপেশীর চাপ দিয়া ফুস্ফুস সঙ্কুচিত করে। তখন ফুস্ফুসের দূষিত বায়ু মুখে চলিয়া আসে এবং এখান হইতে বাহিরে চলিয়া যায়। এইরূপে ইহাদের শ্বাস কার্য চলে। ব্যাঙএব ত্বক সচ্ছিদ্র এবং পাতলা বলিয়া ত্বকের সাহায্যে ইহারা বায়ুমণ্ডলেব বায়ু এবং অল্প জলও শোষণ করিতে পারে। সে হিসাবে ইহাদের ত্বকও অনেকটা নাকের কাজ করিয়া থাকে।



৩৮নং চিত্র—ব্যাঙের পিঠে ডিম

এক প্রকার ব্যাঙ আছে তাহা বা ডিম পাড়িয়া তাহাব উপর বসিয়া থাকে, পৃষ্ঠের নিম্নভাগে ঐ ডিমগুলি আটকাইয়া থাকে, সেই অবস্থায়ও ইহা বা যাতায়াত করিয়া থাকে।

ফরাসী বা ব্যাঙএর মাংস খাইয়া থাকে। ব্যাঙের চামড়া হইতে মনিব্যাগ প্রভৃতি ছোট সৌখীন চামড়ার দ্রব্য প্রস্তুত হয়। ব্যাঙ ছোট খাটো পোকাকাকড় খাইয়া জীবন ধারণ কবে, সাপ ইহাব প্রধান শত্রু।

অংকুশপ :—মাছ মেরুদণ্ডী প্রাণীদের নিম্নতম শ্রেণীর জীব। ইহাদের শরীর সাধারণত চেপ্টা, ছুই দিকে সরু এবং মধ্যস্থল মোটা। ইহাতে উহাদের জলে সাঁতার দিবার সুবিধা হয়। হাত পায়ের পরিবর্তে উহাদের পাখনা থাকে, তদ্বারা উহা বা সাঁতার দেয় ও আপনাদের গতিপথ ঠিক রাখে। চোখের পাতা নাই তাই ঘুমাইবার সময়ও ইহাদের চোখ খোলা থাকে। খাবি খাইবার সময় উহারা মুখ দিয়া জল শোষণ করিয়া কানকুরা দিয়া ঐ জল বাহির করিয়া দেয়—কলে কুলুকা দিয়া জলের অক্সিজেন শরীরে টানিয়া লয়। কতকগুলি মাছ অধিক দিন জলে বাস করিলেও তাহাদের অক্সিজেনের

অভাব ঘটে না, কিন্তু কই, শিঙি প্রভৃতি মাছের অধিক অক্সিজেন শ্বাসোজ্ঞান হয় বলিয়া উহাদিগকে মাঝে মাঝে জলের বাহিরে উঠিয়া বায়ু হইতে অক্সিজেন গ্রহণ করিতে হয়, ইহাই মাছের ফুট খাওয়া। ইহাব পরের স্তরের জীব ব্যাঙ। ইহার উভচর—কাজেই ইহাদের সহিত জলচর এবং স্থলচর উভয় শ্রেণীর প্রাণীর কিছু না কিছু সাদৃশ্য আছে। একটি ডিম হইতে বহুপ্রকার বিবর্তনের পর তবে একটি পূর্ণাঙ্গ ব্যাঙ হয়। প্রথমে ইহাদিগকে পোকা, তাহার পর মাছ বলিয়া ভ্রম হয়। এই সকল অবস্থা বিবর্তনের পথ পূর্ণাঙ্গ ব্যাঙ হয়। ইহাদের শরীর শক্ত চর্মাবৃত, মাথা এবং বকের মাঝে গলা নাই। মাথায় দুইটি চোখ, তাহাতে তিনটি পাতা আছে; দুই পাতা দিয়া চোখ বন্ধ করিতে পারে এবং অপবটি দিয়া চোখ বন্ধ না করিলেও ঢাকা দিতে পারে। চোখেব পাশে দুইটি কান পাতলা চামড়া দিয়া ঢাকা থাকে। সামনের পায়ে ৪টি করিয়া এবং পিছনের পায়ে ৫টি করিয়া আঙ্গুল আছে। ব্যাঙ বহু প্রকারের আছে।

চতুর্থ প্রশ্নমালা

১। অন্যান্য প্রাণীতুলনায় মাছের প্রধান প্রধান বৈশিষ্ট্য কি? (What are the special characteristics of a fish as compared with other classes of the living?) (কঃ বিঃ ১২৪০)

২। মাছের বিভিন্ন দেহ-যন্ত্রের বর্ণনা দাও। (Describe different organs of a fish)

৩। মাছের পৌষ্টিক নালী সম্বন্ধে বাহা জান লিখ। (Write what you know of the alimentary canal of a fish)

৪। মাছ আমাদের কি কি উপকাৰে আসে। (What utility we get from a fish?)

৫। ব্যাঙের জীবনৈতিহাস লিখ। (Write down the life history of a frog.)

৬। মাছ ও ব্যাঙের তুলনা কর। (Compare a fish with a frog.)

৭। ব্যাঙের চোখে কি বৈশিষ্ট্য আছে লিখ। (Write what peculiarity there is in the eye of a frog?)

৮। ডিম হইতে পূর্ণাঙ্গ ব্যাঙ হওয়া পর্যন্ত ইহার অবস্থান্তরের বিবরণ লিখ। (Write down different stages of a frog beginning from the egg)

পঞ্চম পরিচ্ছেদ

প্রাণী ও উদ্ভিদের পরস্পর নির্ভরশীলতা ও
পারস্পরিক অবস্থার সহিত সামঞ্জস্য রক্ষা

নির্ভরশীলতা

তোমরা হয়ত শুনিয়া থাকিবে জীব সৃষ্ট হইবার বহু পূর্ব হইতেই পৃথিবীর বুকে উদ্ভিদ জন্ম লাভ করে। ইহাও ভগবানের অপার করুণাব একটি নিদর্শন। কাবণ অল্পসঙ্কান কবিলে বৃষ্টিতে পাবা যায় বৈচিত্র্যময় সৃষ্টি রহস্যের আব একটি গূঢ়তম অভিসন্ধি ইহার মধ্যে নিহিত আছে। মানব শিশু জন্মাইবার বহু পূর্বে যেমন তিনি মাতৃ বক্ষে স্থাব সঞ্চয় করিয়া রাখেন তেমনি আদিম যুগে জীব শিশুর জন্ম জীব জননী ধবিত্রীর বুকে শিশুর ভবিষ্যৎ আহাৰ্যরূপে উদ্ভিদের সৃষ্টি করেন। প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষ উপায়ে এই উদ্ভিদই জীবগণের প্রাণ ধারণের একমাত্র সম্বল, তাই আমরা দেখিতে পাই মরুভূমি প্রভৃতি যে সকল অঞ্চলে উদ্ভিদের আধিক্য নাই সে সকল অঞ্চলে প্রাণীও নাই বলিলেই চলে।

প্রাণিগণ উদ্ভিদের নিকট ঋণী বলিয়া তাহাদিগকে উদ্ভিদগণের স্বত্ব স্বাচ্ছন্দ্য বৃদ্ধি করিয়া তাহাদের বংশ বিস্তারের সুযোগ আনিয়া দিতে হয়, উদ্ভিদগণও অন্ত্র দিকে শক্তি অনুসারে আপনাপন দেহ পাত করিয়া অথবা দেহাংশ ত্যাগ করিয়া জীবগণের উপকার সাধন করিয়া থাকে।

ধান, যব, গম, আম, লিচু, প্রভৃতি উদ্ভিদগণ প্রভূত পরিমাণে মানবের আহাৰ্য যোগাইয়া থাকে। ইউক্যালিপটাস, সিকোনা, বেলেডোনা, অশোক, বাকস ইহাতে আরম্ভ করিয়া মুখা, কালমেঘ, ব্রাহ্মী প্রভৃতি অগণন উদ্ভিদ রোগে ঔষধ এবং সাণ্ড, বলি, এরাক্ট প্রভৃতি উদ্ভিদ আমাদের পথ্য যোগায়। চা, কফি, কোকো আমাদের আরাম দায়ক পানীয়, আলু, বেগুন, পটোল, শিয়াজ, লাউ, কুমড়া প্রভৃতি

আনারাজ, নটে, পালম, পুঁই প্রভৃতি আমাদের নিত্য ব্যবহার্য সজী, লঙ্কা, হলুদ, ধনে সরিষা, এলাচ, লবঙ্গ, দারুচিনি, হরিতকী, বয়ড়া, আমলকী, জায়ফল, কিসমিস পেস্তা, বাদাম এ সকলই উদ্ভিদেব দান। নীলবড়ি, কিশোরী রঙ, মেহেন্দী, হলুদ, প্রভৃতি রঞ্জক, বাঁশ, খড় প্রভৃতি কাগজের ত্রায় নিত্য প্রয়োজনীয় দ্রব্যের উপাদান, চন্দন, তুলসী প্রভৃতি সুগন্ধি সকলই উদ্ভিদ হইতে পাই। অশোক, বকুল, মালতী, যুঁই বেলা, চাঁপা গোলাপ প্রভৃতি গাছেব ফুল আমাদেরকে সুগন্ধ ও সৌন্দর্য দান করে, দেবার্চনায় আত্মাহুতি দেয়। শাল, সেগুন, সুঁদরী, গরাণ, মেহগ্নি, আম জাম, কাঁটাল, লোহা, চাকুন্দা, পিয়াল, বাবলা, তেঁতুল প্রভৃতি বৃক্ষ হইতে জালানী কাঠ, কাঠ কয়লা, তক্তা প্রভৃতি পাওয়া যায়, গাছেব ছাল ও আঁশে সূতা, দড়ি এবং তাহা হইতে কাপড়, চট প্রভৃতি আবশ্যকীয় নিত্য প্রয়োজনীয় দ্রব্য প্রস্তুত হয়। এতদ্বিধ আবও কত যে উপকায় উদ্ভিদ হইতে জীবগণ পাইয়া থাকে তাহার ইয়ত্তা নাই। মাটি হইতে নাইট্রোজেন লইয়া নিজদেহে প্রোটিন জাতীয় এবং কার্বন ঘটিত মানবেব খাদ্য সঞ্চয় কবা ও আদিমকাল হইতে আবস্ত কবিয়া আজ পর্যন্ত বৃক্ষ শাখায় বা কোঁটরে মানুষকে আপনাদেব আবাস বচনা কবিত্তে দেওয়াও গাছেব মানব সেবার নিদর্শন।

কাঁট পতঙ্গগণ পুষ্পরেণু লইয়া পুষ্পাস্তবে ছড়াইয়া দিয়া—পুষ্পের বীজ সঞ্চালিত করিবার সহায়তা কবে। অশ্বখ, বট প্রভৃতি ফল খাইয়া পক্ষিগণ বহুদূরে বিষ্ঠা-ত্যাগ করিলেও তাহা হইতে ঐ সকল গাছেব চারা জন্মায়, ইহাতে উহাদেব বংশ বিস্তার হয়। চোর কাঁটা আমাদের কাপড়ে লাগিয়া স্থানান্তরে নীত হয়, ওকড়া কাঁটা গরু, বাছুর, ছাগল, ভেড়া প্রভৃতিব লোমে আটকাইয়া স্থানান্তরে নীত হয়, ইহাতেও ঐ সকল গাছেব বংশ বিস্তার হয়। গভীর বনে যেখানে মনুষ্য সমাগম হইতে পারে না সেখানে কেঁচো গোপনে গাছেব গোড়া খুঁড়িয়া দিয়া ইহার প্রভূত উপকার সাধন করে। মানুষ যে কার্বন-ডাই-অক্সাইড দেহাভ্যন্তর হইতে দূষিত বলিয়া ত্যাগ করে তাহাই আবাব উদ্ভিদগণ স্ব স্ব শরীরে শোষণ করিয়া অক্সিজেন ফিরাইয়া দেয়। এই অক্সিজেন আবাব প্রাণিগণেব জীবনের প্রধানতম সম্বল,

ইহা তোমরা পূর্বেই জানিয়াছ। কাঁঝি, কলস উদ্ভিদ প্রভৃতি উদ্ভিদ কিরূপে কীট পতঙ্গ, খাইয়া জীবন ধারণ করে তাহাও পূর্বে জানিয়াছ। গোবর প্রভৃতি জীব-গণের বিষ্ঠা, শিংগুঁড়া, হাড় গুঁড়া প্রভৃতি উদ্ভিদের উৎকৃষ্ট সার। ব্যাঙের ছাতা প্রভৃতি কয়েক প্রকার উদ্ভিদ মাংস বা চামড়া খাইয়া বৃদ্ধি লাভ করে।

এইরূপে উদ্ভিদ এবং জীবগণ একে অন্যের উপর যেমন নির্ভর করে তেমনই উহা বা পরস্পর পৰস্পরের উপকার সাধনও করিয়া থাকে।

প্রত্যক্ষভাবে উদ্ভিদও প্রাণীর পৰস্পরের নির্ভরতার কথা কিছু বলা হইল। কিন্তু পরোক্ষ ভাবেও এই পৰস্পর নির্ভরশীলতা বিদ্যমান আছে। আলকাতরা বং, কতিপয় সুগন্ধি ও আবও বহু পদার্থ আপাত দৃষ্টিতে অন্য পদার্থ হইতে প্রাপ্ত মনে হইলেও ইহাদের জন্ম বিষয়ে অনুসন্ধান করিলে বুঝিতে পাবা যায় ইহা বাও উদ্ভিজ্জ এবং প্রাণিগণের বিশেষ উপকারী।

সামঞ্জস্য রক্ষা

মানুষ যে দিন প্রথমে পৃথিবী দেখিল সেইদিন হইতে তাহাকে স্থখ দুঃখের আবর্তনে পড়িয়া আপনাব বাঁচিয়া থাকিবাব উপায় খুঁজিয়া লইতে হইল। আদিম যুগে মানুষ গাছের শাখায় তীব ও লতায় ধনুক প্রস্তুত কবিয়া আত্মরক্ষার্থ শত্রু আক্রমণে ব্যবহার কবিত, কিন্তু আজ সে অস্ত্র শস্ত্র নির্মাণে ক্রমশ অভিজ্ঞতা লাভ কবিয়া বন্দুক, কামান, টরপেডো প্রভৃতি সাংঘাতিক আগ্নেয়াস্ত্রের আবিষ্কার কবিয়াছে। স্বল্প পবিসব পর্বত গুহায় বা বৃক্ষ কোর্টে তাহাব আদিম বাস ছিল, বহু যুগ ব্যাপী চেষ্টা ও পবিশ্রমে আজ সে তাহাব বাসের জন্ত আমেরিকাব এম্পায়াব অব ষ্টেট বিল্ডিং এর মত সুরম্য গগনস্পর্শী হর্ম্যরাজি প্রস্তুত কবিয়াও তৃপ্ত নহে। কে জানে এই মহাসময়ের অবসানে জগতেব বুকে আবও কত অলৌকিক কাণ্ড সামান্য ব্যাপার হইয়া দাঁড়াইবে। পাবিপার্শ্বিক বিরুদ্ধ অবস্থার সহিত সে এইরূপে সংগ্রাম কবিয়া আসিতেছে এবং ভবিষ্যতে আসিবে, ফলে তাহার আচার

ব্যবহার, আকৃতি, প্রকৃতি সকল বিষয়েই একটি ক্রমিক পরিবর্তন সাধিত হইতে থাকিবে। এই পরিবর্তন কেবল মানুষের নহে, সমস্ত জীব জগৎ লইয়া এই ক্রমিক পরিবর্তন চলিতেছে। ডাবউইনের বিবর্তন কাহিনী (Darwin's theory of Evolution) তোমবা গুনিয়াছ। তাঁহার মতে মানুষের পূর্বপুরুষ বানর জাতীয় জীব ছিলেন—কৃষ্টি এবং পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত সামঞ্জস্য বিধানের ফলে তাঁহারা আজ “দীর্ঘকায় গৌর কাশ্টি”।

তোমবা জ্ঞান সাগর, হ্রদ ও নদী তীববর্তী অধিবাসিগণের জীবিকা সাধাবণত মাছ ধরা, নৌকা চালনাও শুল্ক সংগ্রহ করা ; তাহাদের আচার, ব্যবহার, চাল, চলন, আকৃতি এবং প্রকৃতিতেও একটা বৈশিষ্ট্য লক্ষ্য করা যায়। সমতলবাসিগণ চাষ, পশুপালন প্রভৃতি দ্বারা ও বন্যেবা শিকার দ্বারা জীবিকার্জন করে, এইজন্য পাহাড়িয়া, শীতপ্রধান দেশের অধিবাসি, মরুভূমি, বন্য এবং সমতলবাসী লোকদের আচার ব্যবহার, চাল-চলন এবং আকৃতিও প্রকৃতিতে কত বৈশিষ্ট্য লক্ষ্য করা যায়। কেবলমাত্র আকৃতি দেখিয়া তাই অনেক লোকের বাসভূমি ও প্রকৃতি বলা যাইতে পারে। এই সব বৈশিষ্ট্যের প্রধানতম কারণ পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত সামঞ্জস্য বক্ষা।

এখন যদি কোন নাতিশীতোষ্ণ প্রদেশের সমতল বাসীকে তুঙ্গাঞ্চলে বা কোন শীত প্রধান দেশে গিয়া বাস করিতে হয় তবে তাহাকে সেখানকার অধিবাসীদের পোষাকের ন্যায় গরম পোষাক ব্যবহার করিতে হইবে, সেখানে সহজ প্রাপ্য বা সেখানকার জল বায়ুতে সহজ পাচ্য খাদ্য খাইতে হইবে। ফলে ভিতরে ভিতরে তাহার শরীর এবং মনেরও পরিবর্তন ঘটিয়া যাইবে। তেমনই শীতপ্রধান দেশের লোক গ্রীষ্ম প্রধান দেশে আসিলে পরিবর্তিত হইবে। এরূপ পরিবর্তন তোমবা প্রত্যহই দেখিতে পাইবে।

এইবার মনুষ্যোত্তর প্রাণীদের বিষয় ধরা যাউক। শিকারী পশুদিগকে ছুটিতে হয় বলিয়া তাহাদের দেহ হালকা, পেট পাতলা, পা লম্বা, নখ এবং দাঁত তীক্ষ্ণ, খারাল অস্ত্রের কাজ করে। ইহারা মাংসাসী। নিরামিষাসীদের দেহ অপেক্ষাকৃত স্থূল,

পেট মোটা। ইহাদের ধারাল নখ ও দাঁত থাকে না, অনেকের খুর থাকে, শত্রু আক্রমণে সাহায্য করিবার জন্য শিঙ থাকে। ইহাদের হাত নাই বটে তবে তাহাদের অনেক কাজ লেজের দ্বারা করে।

শিকারী পশু মাত্রই উগ্র এবং হিংস্র, কিন্তু নিরামিষাসী প্রাণিগণ সাধারণত হিংস্র নহে, ইহাদের স্বভাব তত উগ্রও নহে। শীতাতপ হইতে দেহ রক্ষা করিবার জন্য ইহাদের দেহ অধিক বা অল্প লোমাবৃত। যাহারা শিকার করিয়া খায় তাহারা সাধারণত বন জঙ্গলে বাস কবে, কিন্তু অধিকাংশ নিরামিষাসী জন্তু সমতল দেশে বাস কবে। বহুরূপী বা গিরগিটি আপনাদিগকে শত্রুর আক্রমণ হইতে বক্ষা করিবার জন্য অথবা শিকার করিবার জন্য আপন শরীরে বড় কিরূপে পরিবর্তন কবে তাহা বোধ হয় তোমরা দেখিয়াছ। লাউডগা সাপের বড় একেবাবে সবুজ—গাছেব পাতায় বা কচি শাখায় থাকিলে সহজে ইহাদিগকে চিনিতে পারা যায় না। প্রজাপতির সবুজ শূককীটগুলি পাতাব উপর যখন বসিয়া থাকে তখন ইহাদিগকে সহসা চিনিতে পারা যায় না—পাতাবই অংশ বলিয়া মনে হয়। মাকড়সার শিকার প্রণালী সম্বন্ধে পূর্বে জানিয়াছ। এই সকল দিক বিচার করিলে বুঝা যায় মনুষ্যোত্তর প্রাণীও পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত সামঞ্জস্য রাখিয়া চলিবার যথেষ্ট প্রয়াস কবে। তাহাব ফলে, তলে তলে ইহাদেরও বিবর্তন ঘটিতেছে। পাখীর যদি পাখা না থাকিয়া মানুষের মত হাত, পা বা পশুর মত চারিটি পা থাকিত তবে তাহাদের কতই না অসুবিধা হইত। সেইরূপ মাছেব পাখা ইহাদিগকে জলে সাঁতারাইবার সুবিধা দেয়, ইহাদের পাও এই কাবণে উহাদের উপকারী। আবার দেহ গঠনের দিক দিয়া বিচার করিলে দেখা যাইবে তাহার মধ্যেও একই তথ্য বিদ্যমান—পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত সামঞ্জস্য বক্ষা। মনে কব সকল মাছেব শরীর পটোলের মত মধ্যে মোটা ও দুই দিক সরু না হইয়া যদি স্থূলকাষ হস্তীর চেহাবার মত হইত তবে তাহাদের জল কাটিয়া সাঁতাব দিতে কত না অসুবিধা হইত। তেমনই পাখীদিগকে বায়ু কাটিয়া শূন্যে উড়িতে হয় বলিয়া তাহাদের মাথার ও লোজের দিক সরু ও মধ্যে পেট মোটা।

এইবার উদ্ভিদের কথা ধরা যাউক। সাধারণত মরু বা পার্বত্য অঞ্চলের উদ্ভিদগণের পাতা সমতল সবস ভূমির উদ্ভিদদিগের পাতা অপেক্ষা পুরু ; কারণ বলিতে পার কি ? পার্বত্য বা মরু অঞ্চলে বস স্থলভ নহে ; তাই গাছ পাতায় বস সংগ্রহ করিয়া বাখে, যাহাতে বহুদিন অনাবৃষ্টি হেতু রসের অভাব হইলেও ঐ সকল গাছ পাতা হইতে খাওয়ার অভাব অনেকটা মিটাইয়া লইতে পাবে। অনেক গাছের কাঁটা, তীব্র গন্ধ, বিষাক্ত রস, কুটুফটে গুঁয়া তাহাদিগকে শত্রুর আক্রমণ হইতে রক্ষা কবে। তেমনই কাহাবও কাহাবও ফুলের সুগন্ধ ও সৌন্দর্য উহাদের পবাগ সংযোগ ঘটাইবার জন্য ঘটকদিগকে আকৃষ্ট কবে। ইহাদের বিভিন্ন অবস্থায় বিভিন্ন অঙ্গ রূপান্তরিত হইয়া বিভিন্ন কাজ করে। অবস্থায় পড়িয়া মূল বা কাণ্ড পাতার কাজ করে, পাতাও সময় বিশেষে মূল বা কাণ্ডের কাজ কবে। এক এক গাছের আকর্ষণরূপ নূতন প্রত্যঙ্গ গজাইয়া গাছের একটি বিশিষ্ট উপকার কবে। ঐ সব গাছের আকর্ষণ না থাকিলে উহাদের বাঁচা চর্যট হইত। কলস উদ্ভিদ বা বাঁঝির শিকার কবিবার কৌশল প্রভৃতিও পূর্বেই পড়িয়াছে। তাহা হইলে এই সকল বিচার কবিয়া বুঝিতে পাবিতেছ পাবিপাশ্বিক অবস্থার সহিত উদ্ভিদদিগকেও সংগ্রাম কবিয়া নিজেব দেহ বা প্রকৃতিকে বিকৃত করিয়াও খাপ খাওয়াইয়া লইতে হইতেছে। সমস্ত জীব জগৎ জুড়িয়া এই ব্যাপার চলিতেছে। অতএব পাবিপাশ্বিক অবস্থার সহিত সামঞ্জস্য বিধান জীব জগতেব একটি প্রধানতম কর্তব্য এবং জীবনেব একটি প্রধানতম লক্ষণ।

পঞ্চম প্রশ্নমালা

১। পারিপাশ্বিক অবস্থার সহিত জীবগণ কিরূপে সামঞ্জস্য রক্ষা করিয়া চলে তাহার একটি সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও (Give a brief account of how the livings adopt themselves to environments)

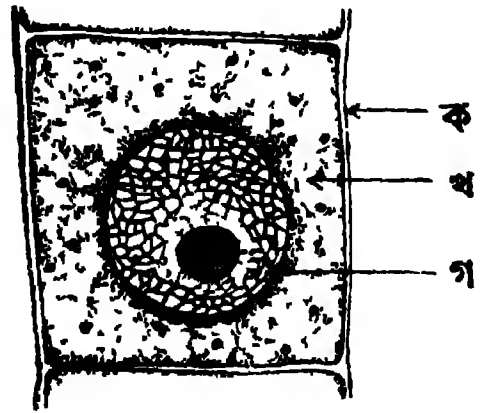
২। কোন্ কোন্ ক্ষেত্রে পারিপাশ্বিক অবস্থার সামঞ্জস্য রক্ষা কবিত্তে গিয়া মানুষ, ইতর প্রাণী ও উদ্ভিদ আপনাদের সাধারণ প্রকৃতির পরিবর্তন করিয়াছে উদাহরণ দিয়া বুঝাইয়া দাও (Show by examples where the human beings, inferior animals and the plants change their respective natures under different circumstances)

শারীর-বিজ্ঞান

প্রথম পরিচ্ছেদ

মানবদেহের উপাদান

শুধু মানুষ নয় কীট, পতঙ্গ ও উদ্ভিদ প্রভৃতি জীবমাত্রেরই মূল উপাদান সূক্ষ্ম কোষ (Cell)। এই সূক্ষ্ম কোষ একত্র হইয়া জীবের বিভিন্ন অঙ্গ-প্রত্যঙ্গ সৃষ্টি করে। প্রতি কোষে প্রোটোপ্লাজম (Protoplasm) নামক এক প্রকার তরল পদার্থ এবং তন্মধ্যে অপেক্ষাকৃত ঘনতর নিউক্লিয়াস (Nucleus) নামক একটি পদার্থ থাকে। নিউক্লিয়াস ও কোষ আপনা হইতেই ভাগ হইতে থাকে এবং এইরূপে একটি কোষ হইতে বহু কোষের সৃষ্টি হয়। জীবের দেহে দুই প্রকার কোষ দেখা যায়। এক প্রকার কোষের চারিদিকে প্রাচীর থাকে অন্য প্রকারের কোষের চারিদিকে অনাবৃত। যে সকল কোষের চারিদিকে প্রাচীর বেষ্টিত সেই সকল কোষ দ্বারা গঠিত দেহ কঠিন এবং অপর প্রকার কোষ দ্বারা গঠিত দেহ সাধারণত নরম হয়। উদ্ভিদের দেহ প্রথম প্রকার কোষ দ্বারা গঠিত এবং মানুষের দেহ অনাবৃত কোষ দ্বারা গঠিত বলিয়া উদ্ভিদের দেহ কঠিন এবং মানুষের দেহ নরম। চিত্রে একটি



১নং চিত্র—জীবকোষ

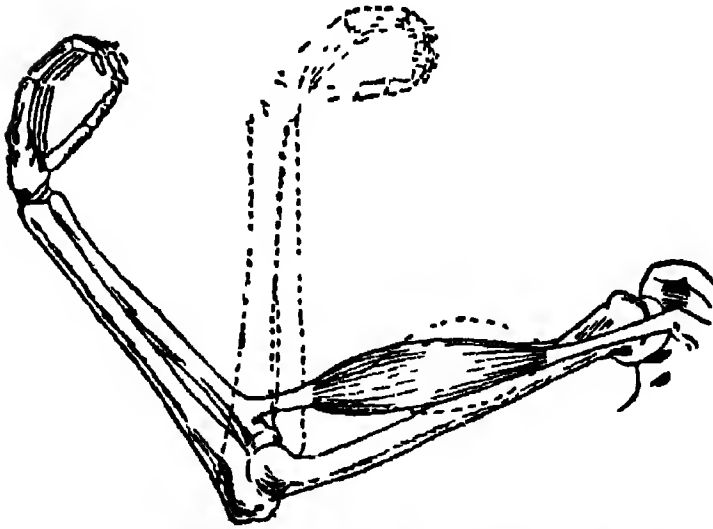
প্রাচীরবেষ্টিত কোষ দেখান হইল। ক ইহার প্রাচীর খ প্রোটোপ্লাজম ও গ নিউক্লিয়াস। এই কোষসমূহ একত্রিত হইয়া বহু প্রকারের তন্তু (Tissue)

সৃষ্টি করে। এই সকল তত্ত্ব হইতে আমাদের দেহের যাবতীয় যন্ত্রাদি ও অঙ্গ-প্রত্যঙ্গ নির্মিত হয়। মানবের দেহে সাধারণত চারি শ্রেণীর তত্ত্ব দেখা যায়, যথা—আচ্ছাদক তত্ত্ব (Epithelial tissue), সংযোজক তত্ত্ব (Connective tissue), পেশীতত্ত্ব (Muscular tissue) এবং বাতাবিহ তত্ত্ব (Nervous tissue)

আচ্ছাদক তত্ত্ব—দেহের অনাবৃত স্থান সমূহে উপর এবং গহ্ববিশিষ্ট অংশের ভিতবে দিকে এই প্রকার তত্ত্ব পর্দাবৃত্ত লাগিয়া থাকে।

সংযোজক তত্ত্ব—এই তত্ত্ব দ্বারা বিভিন্ন অংশ বিভিন্ন যন্ত্রাদি সহিত সংযুক্ত থাকে। অবস্থান বিশেষে ইহাদের ভিন্ন ভিন্ন নাম হইয়াছে।

পেশীতত্ত্ব—এই তত্ত্ব প্রয়োজনানুসারে সঙ্কুচিত হইতে পারে। কিন্তু কতক-



২নং চিত্র—পেশী তত্ত্বের সঙ্কোচন ও প্রসারণ

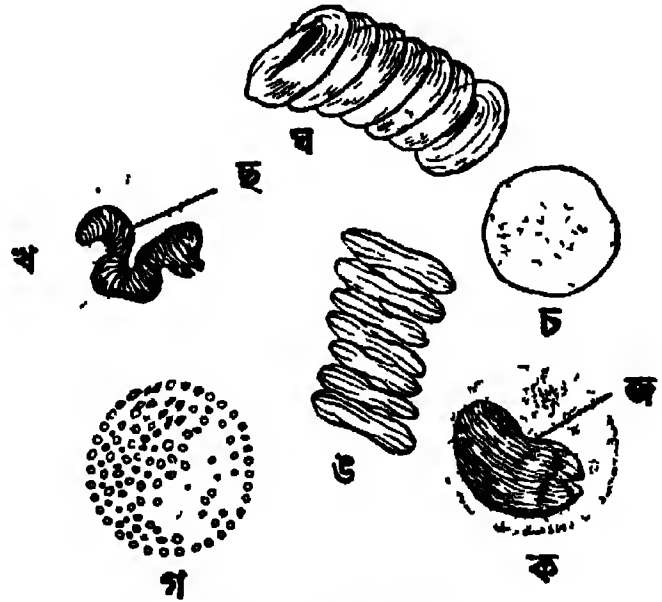
গুলি তত্ত্ব মানুষের ইচ্ছামত সঙ্কুচিত ও প্রসারিত হয় আবাক কতকগুলি হয় না। চোখে পাত। আমরা ইচ্ছা করিলে খুলিতে ও বুজাইতে পারি। কিন্তু বক্তবহা ধমনীকে আমরা ইচ্ছামত বন্ধ করিতে পারি না।

চোখে পাতাব পেশী মানুষের আজ্ঞাধীন কিন্তু রক্তবাহা নালী পেশী মানুষের আজ্ঞাধীন নহে। দেহের সর্বত্র বিভিন্ন পেশী অস্থির সহিত সংযুক্ত থাকে।

বাতাবিহ তত্ত্ব—মানবদেহের সমস্ত অতুভূতি এই তত্ত্ব সাহায্যে ঘটিয়া থাকে। ইহা দ্বারা জীবের যাবতীয় ক্রিয়া নিয়ন্ত্রিত হয়। মস্তিষ্কই ইহার কেন্দ্র-স্থল। মস্তিষ্ক হইতে দেহের বিভিন্ন যন্ত্রে এবং অন্ত্রাব্য অবয়বে, অথবা এই সকল

যন্ত্র বা অবয়ব হইতে মস্তিষ্কে সর্বপ্রকার অনুভূতি, এই প্রকার তন্ত্র সাহায্যে প্রেরিত হয়।

রক্ত (Blood)—জীবদেহের শ্রেষ্ঠ উপাদান। দেহের সর্বত্র ইহা বিভিন্ন নালী বা নাড়ির (Vessels) ভিতর দিয়া ছুটিয়া বেড়ায়। ইহা তরল এবং উজ্জল লোহিত বর্ণ বস্তু। ইহা প্রতি তন্ত্র মধ্যে গিয়া তন্ত্রগুলি পুষ্ট করে এবং তথা হইতে দূষিত পদার্থ টানিয়া দেহের বাহিবে ফেলিয়া দিতে সাহায্য করে। রক্ত পরীক্ষা করিলে দেখা যায় যে, ইহাতে প্রধানত রক্তরস (Plasma), শ্বেত কণিকা (White corpuscles) ও লোহিত কণিকা (Red corpuscles) নামক পদার্থ বিद्यমান। স্বাভাবিক অবস্থায় রক্ত যখন দেহের মধ্যে ধাবিত হয়, তখন তাহা তবল থাকে, কিন্তু এই বস্তু কোনও



৩নং চিত্র—রক্ত কণিকা

প্রকাৰে দেহের বাহিৰে পড়িলে জমাট বাঁধিয়া যায়। এইজন্তই দেখা যায় যে, রক্তপাত হইলে সেই স্থানে অল্প সময়ে রক্ত জমাট বাঁধিয়া উঠে। এই প্রকার জমাট রক্তে শ্বেত ও লোহিত রক্তকণিকাগুলি পিণ্ডের আয় দলা পাকাইয়া থাকে এবং তাহা হইতে এক প্রকার তরল বস নিৰ্গত হয়। এই তবল রসের বর্ণ দীৰ্ঘ লোহিত। এই রসকে **রক্তমণ্ড (Serum)** বলা হয়। রক্ত জমাট বাঁধিলে উহার রক্তরস হইতে সরু সূতার আয় **ফাইব্রিন (Fibrin)** নামক একটি পদার্থ নিৰ্গত হয়, এই ফাইব্রিন ও রক্তকণিকাগুলি মিলিত হইয়া জমাট বাঁধে। চিত্রে দেখ ক খ গ প্রভৃতি কয়েকটি রক্ত কণিকা ও ছ জ উহার অন্তঃ উপাদান।

রক্তরস (Plasma)—দেখিতে হরিদ্রাভ । ইহাতে জল, লবণ, অ্যালবুমেন (Albumen) ও ফাইব্রিনোজেন প্রভৃতি থাকে । কলেবা প্রভৃতি রোগীর যখন নাড়ী বন্ধ হয় তখন তাহাদের রক্তের জলীয় অংশ কমিয়া যাওয়ায় রক্ত জমাট বাধিয়া যায় কাজেই চলাফেরা করিতে পারে না । তাই তখন জল ইন্জেকশন দিয়া রক্ত তরল করিতে হয় ।

লোহিত কণিকা (Red corpuscles)—ইহারা গোলাকার অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পদার্থ । মধ্যস্থানে কিছু চাপা । ইহাদের মধ্যে লোহিত রঙ বিশিষ্ট হিমোগ্লোবিন (Hæmoglobin) থাকায় ইহাদিগকে লাল দেখায় । এই হিমোগ্লোবিনের সহিত অক্সিজেন দেহের বিভিন্ন কোষে চালিত হয় এবং কার্বন ডাই অক্সাইড উক্ত কোষ হইতে হিমোগ্লোবিনের সহিত মিলিত হইয়া ফুস্ফুসে নীত হয় ।

শ্বেত কণিকা (White corpuscle)—ইহারা বর্ণহীন এবং লোহিত কণিকা অপেক্ষা অনেক বড় । বক্তের মধ্যে ইহাদের সংখ্যা লোহিত কণিকা অপেক্ষা অনেক কম । কিন্তু রোগ বীজাণু ধ্বংস করিবার সময় ইহারা যোদ্ধার কাজ করে । কোন প্রকারে রোগ বীজাণু দেহে প্রবিষ্ট হইলে ইহারা তাহাদের সহিত যুদ্ধ করিয়া তাহাদিগকে মাঝি ফেলে । ইহারা যুদ্ধে পরাজিত হইলে আমাদিগকে রোগাক্রমণ করে । অস্থির মধ্যস্থিত **লোহিত মজ্জা (Red marrow)**, **লসিকা গ্রন্থি (Lymph glands)**, **টনসিল (Tonsil)** প্রভৃতি হইতে প্রাপ্ত বয়সে শ্বেত কণিকার জন্ম হয় ।

রক্তবহা নাড়ী (Blood vessel)—আকৃতি ও কার্যের বিভিন্নতা হিসাবে ইহাদিগকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়, যথা :—**শিরা (Vein)**, **ধমনী (Artery)** ও **কৈশিক নাড়ী (Capillary)** ।

(১) **শিরা**—ইহারা দেহের বিভিন্ন স্থান হইতে হৃদয়ের দিকে রক্ত বহন করিয়া লইয়া যায় । একটি শিরা দেহের নিম্ন এবং একটি শিরা দেহের উপরের অংশ হইতে অপরিষ্কার রক্ত হৃদয়ে লইয়া যায় । ইহা ছাড়া ফুস্ফুস হইতে চারিটি

বৃহৎ শিরা এবং ক্লোপিণ্ডের পেশীর মধ্য হইতে কতিপয় শিরা হৃদয়ে রক্ত লইয়া যায়। শিরার গাত্র পাতলা এবং ইহার ভিতবে মাঝে মাঝে কপাটিকা (Valve) আছে। এই কপাটিকা থাকার জন্ত ইহার মধ্যে প্রবাহিত রক্ত এক দিকেই যাইতে পারে, দুই দিকে যাইতে পাবে না। মৃত্যুব পব দেখা যায় যে, শিরার উভয় গাত্র জুড়িয়া গিয়াছে, কারণ শিরার স্থিতিস্থাপক শক্তি নাই। চিত্রে শিরার মধ্যে রক্তের গতি দেখান হইয়াছে।

(২) ধমনী—শিরাদ্বারা দেহেব বিভিন্নস্থান হইতে নীত অপবিষ্কার বক্ত ফুস্ফুসে আসিয়া পবিকৃত হইয়া হৃদয়ে আসে। ধমনী সেই পবিকৃত রক্ত দেহেব বিভিন্ন স্থানে সববরাহ কবে।

(৩) কৈশিক নাড়ী—শিরা ও ধমনী কৈশিক নাড়ী দ্বারা সংযুক্ত। ধমনী ও শিরাব সূক্ষ্মতম অংশ যেখানে শেষ হইয়াছে, তথায় এই কৈশিক নাড়ীব জাল বিস্তৃত। এই কৈশিক নাড়ী অতীব সূক্ষ্ম ও উহাব দেহ অতি পাতলা।

গঠনানুসাবে অস্থি চাবি প্রকার :—

(১) লম্বা অস্থি (Long bones)—দ্বারা আমাদের দেহের কাঠামো প্রস্তুত হইয়াছে। ইহাবা প্রধানত চাবি প্রকাব, ইহাবা হস্তপদাদিব কাঠামো তৈয়াব করিয়া থাকে।

(২) ক্ষুদ্রাস্থি (Short bones)—এই সকল অস্থি, হস্ত পদের অঙ্গুলি ও অন্তান্ত্র অংশে পরপব জুড়িয়া থাকে এবং তাহাদের পরিচালনার সহায়তা কবে।

(৩) চ্যাপ্টা অস্থি (Flat bones)—ইহাবা মাথাব খুলি, বক্ষোগহ্বর ও উদরগহ্ববেব খাঁচা বচনা করিয়া থাকে।

(৪) অসমগঠন অস্থি (Irregular bonees)—ইহা হস্ত ও পদে থাকে।

ইহা ছাড়া অস্থিব সহিত অনেক স্থানে সংলগ্ন তরুণাস্থি (Cartilage) থাকে। অস্থিব প্রায় অর্ধেকাংশ জল এবং বাকি অংশ জৈব এবং অজৈব লবণ। তরুণ্যে ক্যালসিয়াম ও ফস্ফরাস প্রধান। ক্ষয় রোগে এজন্ত রোগীকে ক্যালসিয়াম থাণ্ডাইবাব জন্ত ব্যবস্থা করা হয়।

সংক্ষেপ :—মানব দেহের প্রধান উপাদান জীব কোষ। এই জীবকোষগুলি প্রাচীর বেষ্টিত নয় বলিয়া মানবদেহ নরম। জীবকোষে প্রোটোপ্লাজম ও নিউক্লিয়াস আছে। জীবকোষগুলি আমাদের দেহে চারিপ্রকার তত্ত্ব সৃষ্টি করে—আচ্ছাদক, সংযোজক, পেশী ও বাতাবহ তত্ত্ব। বক্ত মাংস, হাড়, মেদ, মজ্জা ইত্যাদিও দেহের এক একটি উপাদান। বক্তে শ্বेतকণিকা, রক্ত কণিকা, বক্ত রস ও রক্ত মণ্ড থাকে। রক্ত বহা নাড়ীর কার্যের বিভিন্নতা হিসাবে, ইহারা শিবা, ধমনী ও কৈশিক নামীতে বিভক্ত। অস্থিও বিভিন্ন প্রকারের হয়—যথা, লম্বাস্থি, ক্ষুদ্রাস্থি, চ্যাপ্টা অস্থি ও অসমগঠন অস্থি।

প্রথম প্রশ্নমালা

১। মানবদেহের প্রধান উপাদানগুলির সংক্ষিপ্ত বিবরণ লিখ। (Give a short account of chief constituents of a human body.)

২। দেহে কত প্রকার রক্তবহা নাড়ী এবং অস্থি আছে লিখ। (Write how many kinds of blood vessels and bones there are in our bodies)

৩। রক্তের এবং জীবকোষের বিভিন্ন উপাদান কি কি? (What are the chief ingredients of a cell and blood ?)

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ

নবদেহের বিভিন্ন যন্ত্র

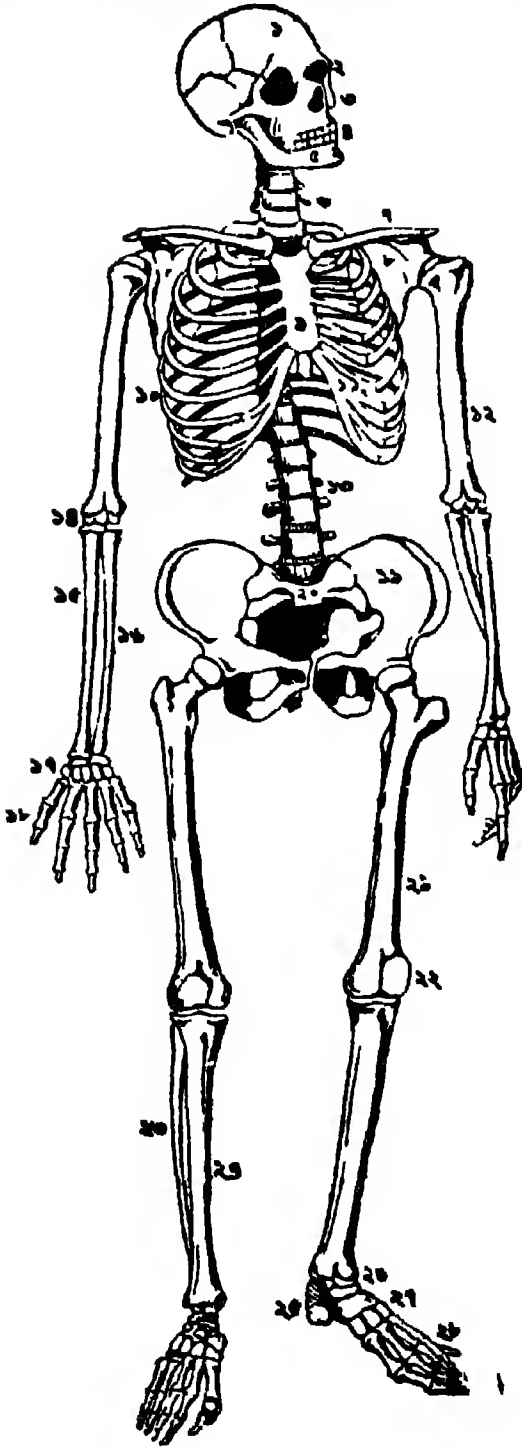
কঙ্কাল

জাহাজ, রেলগাড়ী, উডো জাহাজ কলেব সাহায্যে কেমন মানুষের ইচ্ছামত চলিয়া বেড়ায়, গ্রামোফোনে কথা কয়, গান গায়, ছায়াচিত্রে জীবন্ত মানুষের মত চিত্র চলাফেরা কবে, কথাবার্তাও কহিয়া থাকে। এ সকল বৈজ্ঞানিক তথ্যের বিষয় আলোচনা করিলে আমরা বিশ্বাসে অভিভূত হই, ইহাদের আবিষ্কার প্রতি আমাদের আন্তরিক ধন্যবাদ স্বতই উৎসাহিত হইয়া উঠে, কিন্তু ভাবিয়া দেখ দেখি মানুষের দেহযন্ত্র এবং তাহার সৃষ্টি কোণল আবণ্ড কত বিস্ময়কর, অভাবনীয়। যুগ যুগ সাধনার বলে মানুষ বহু অপূর্ব ব্যাপার সাধন করিতেছে। কিন্তু এমন দিন কি কখনও আসিবে যখন মানুষ জাহাজ, গাড়ী, উডোজাহাজের মত কাবখানায় মানুষ সৃষ্টি করিবে ?

আপাত দৃষ্টিতে জীবের দেহযন্ত্র অতীব জটিল ও সূক্ষ্ম হইলেও ইহাতে যে সাধারণ বিজ্ঞান সম্মত উপায়ে বহু কার্যই সংসাধিত হইয়া থাকে তাহাতে সন্দেহ মাত্র নাই। বস্তুত নবদেহও একপ্রকার এঞ্জিন—ইহার নির্মাণ কোণল মানুষের আয়ত্তে না থাকিলেও মেবামতি কাজ যে মানুষের দ্বারা একেবারেই অসম্ভব একথা বলা যায় না। অতএব এ যন্ত্রটি বহুদিন স্থায়ী এবং নির্দোষ করিতে হইলে ইহার বিভিন্ন অংশের সহিত পবিচিত্র হওয়া দরকার। পবে তাহাদিগকে কিকপে কার্য-ক্ষম রাখা যাইতে পাবে তাহা দেখা যাইবে।

নবদেহ সাধনগত তিন ভাগে বিভক্ত—(১) মস্তক (২) ধড় ও (৩) হস্তপদ।

প্রত্যেক অংশেই কিন্তু অস্থি, মাংস, পেশী, মেদ, মজ্জা, রক্ত ইত্যাদি বহিয়াছে।



৪নং চিত্র—নবকঙ্কাল

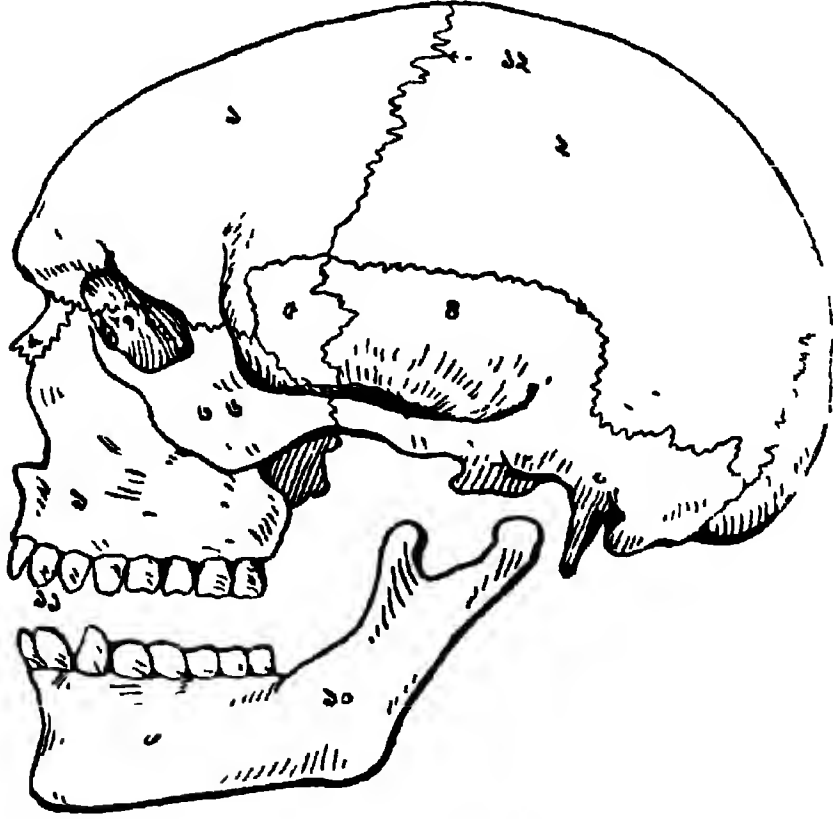
হাডেব কাঠামোর উপর মাংস পেশী লাগাইয়া তাহাতে চর্ম ঢাকা আছে।

মস্তক—জীব দেহেব সর্বাপেক্ষা প্রয়োজনীয় অংশ। ইহার ভিতর নব-দেহেব সর্বাপেক্ষা সার বস্তু **মস্তিষ্ক** (Brain) বহিয়াছে। মস্তিষ্ক মানব দেহেব সর্বাধিক প্রয়োজনীয় বলিয়া পাছে ইহাতে কোনকপ আঘাত লাগে তাই ভগবান ইহাকে শক্ত হাডেব দ্বারা সুরক্ষিত বাগিয়াছেন। মোট ২২খানি হাড় একটি কোটা প্রস্থত কবিয়া তাহাব মধ্যে মস্তিষ্ক বস্কিত হইয়াছে। মস্তকে আমাদের বর্গ-দ্রিয়েব অধিকাংশগুলি আছে, সেই হিসাবেও মস্তক আমাদের সর্বাপেক্ষা প্রয়োজনীয় সম্পদ। মস্তকেব সর্বোপরি অংশে মস্তিষ্ক জল সিক্ত একখণ্ড স্পঞ্জের মত বিদ্যমান। মস্তিষ্কের বিষয় পবে শিখিবে।

চক্ষু, বর্ণ, নাসিকা, মুখ ঠোঁট ইত্যাদি সকলই মস্তকে আছে, ইহাদেব এক একটির বিষয় কিছু কিছু বলিতে গেলেও অনেক কিছু

বলিতে হইবে। মস্তক গোলাকার একটি বলের মত বলিলেও চলে

দেহ কাণ্ড বা খড়—ইহা মস্তক অপেক্ষা অধিকতর লম্বা, চওড়া এবং পুরু। দেহেব অপেক্ষাকৃত সরু অংশ গলার দ্বারা ইহা মাথাব সহিত সংযুক্ত আছে। হাত, পা এবং মাথা কাটিয়া দিলে খড়টি প্রায় কুমডার আকার ধারণ করে। এই খড়কেও মোটামুটি তিন অংশে বিভক্ত করা যাইতে পারে, গ্রীবা, বক্ষ ও উদর। মস্তকের মস্তিস্কেব মতই খড়ের সর্বাপেক্ষা মূল্যবান সম্পদ হৃদয় (Heart), বক্ষ



নং চিত্র—মাথাব হাড়

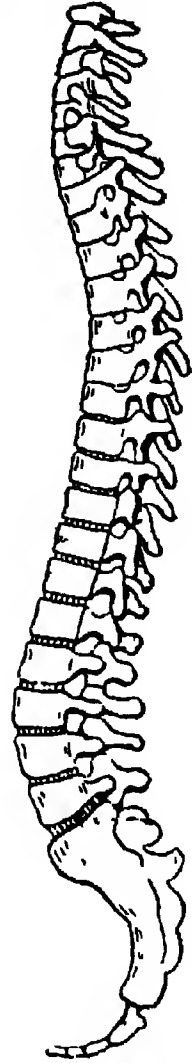
গহ্ববে অবস্থিত। এঞ্জিন যেমন সমস্ত ট্রেনটিকে চালাইয়া লয় আমাদের দেহ যন্ত্রেব এঞ্জিন হৃদয় সেরূপ আমাদের দেহ যন্ত্রকে চালাইয়া থাকে। এই এঞ্জিন যে কি উপায়ে চলিতেছে তাহা এখনও নান্নুষের জ্ঞানেব অতীতই রহিয়াছে। মস্তিস্ক এবং হৃদয় দুই-ই সমান প্রয়োজনীয়, একটির অভাবে অপরটি বাঁচিতে পাবে না। তাই দেহ যন্ত্রেব মস্তক যেমন প্রয়োজনীয়, দেহ কাণ্ড ঠিক তেমনই প্রয়োজনীয়। ইহাদের কোনটি নষ্ট হইলে আমাদের দেহ নষ্ট হইতে বাধ্য হয়। কিন্তু হস্তপদাদি সেরূপ মূল্যবান অংশ নুহে। ইহাদিগকে বাদ দিলেও আমরা বাঁচিতে পারি। দেহযন্ত্রে

বাহ্য প্রয়োজন সরবরাহ করিবার জন্য ইহারা ভূত্যেব গ্ৰায় কার্য করে। চক্ষু কর্ণাদি আছে বলিয়া মস্তক তবু কিছু আমাদের বাহ্য কাজ কবিয়া থাকে, কিন্তু সে দিক দিয়া ধড়কে একেবারে নিষ্ক্রিয় বলা যাইতে পারে।

মস্তিষ্ক যেমন কতকগুলি চণ্ডা হাডেব কোর্টার মধ্যে বক্ষিত হৃদয়ও সেইরূপ বক্ষ গহ্ববে হাডেব খাঁচায় সুবক্ষিত। এখানকার যে হাডগুলি খাঁচা প্রস্তুত কবিয়াছে তাহারা কিন্তু মাথার হাডেব মত চেপ্টা নহে। ইহারা কাঠিব মত সরু এবং লম্বা। এই খাঁচাটিও মাংস ইত্যাদি দ্বারা আবৃত। বাহিব হইতে আক্রান্ত হইলে সহজে হৃদয় যাহাতে আঘাত পাইতে না পাবে তজ্জন্য গহ্ববটি আয়তনে বেশ বড় বাখা হইয়াছে। মেরুদণ্ডই দেহেব প্রধান অঙ্গি। ইহাব জন্য দেহেব কাঠাম স্তুদূত অথচ খাড়া থাকে, মেরুদণ্ড না থাকিলে সমস্ত দেহকাণ্ডটি পাকাইয়া পিণ্ডাকার হইয়া যাইত। তথাপি এই মেরুদণ্ডকে অল্প বাঁকাইতে পারা যায়। তোমাদেব মধ্যে অনেকেই কুজ হইয়া বসিবার জন্য শিক্ষক মহাশয়েব বমক খাইয়া থাক। মেরুদণ্ডেব হাড় যদি নমনীয় না হইত তবে মানুষ কখনও পিঠ বাঁকাইয়া কুঁজা হইয়া বসিতে পারিত না। তোমরা বড় বড় মাছ কুটিবায় সময় দেখিয়াছ মাছেব শিবলডার হাড় কেমন খণ্ডে খণ্ডে বিভক্ত, যেন মনে হয় কতকগুলি খণ্ড হাড় মালাব মত গ্রথিত বহিয়াছে। আমাদের মেরুদণ্ডেব হাড়ও ঐরূপ খণ্ড খণ্ড, একত্র গ্রথিত হইয়া সমস্ত মেরুদণ্ডটিকে সাজাইয়া বাখিয়াছে, এক একটি খণ্ডকে কশেরুকা (Vertebra) বলা হয়। এই কশেরুকাব সংখ্যা তেত্রিশ। এই তেত্রিশখানি কশেরুকাব সাতখানি গলদেশীয় (Cervical), বাবখানি পৃষ্ঠদেশীয় (Dorsal), পাঁচখানি কটিদেশীয় (Lumbar), পাঁচখানি বস্ত্রদেশীয় (Sacral) এবং নিচেব দিকে চারিখানি পুচ্ছদেশীয় (Coccygeal)। কশেরুকাব প্রত্যেকটি ফাঁপা, এক একটিকে পৃথক কবিলে বেশ একটি আংটির মত দেখায়। সমস্ত কশেরুকাগুলি যখন একত্র সংবদ্ধ থাকে তখন ইহাব ভিতর যে একটি নর্দমাব মত নালী প্রস্তুত হয় তাহার ভিতর মেরুমজ্জা (Spinal cord) পূরা থাকে। এই মেরুমজ্জা এই নালীব ভিতর একটি মোটা দড়ির

মত লক্ষ্যমান থাকিয়া নালীটি বন্ধ করিয়া রাখে। এই মেরুমজ্জা কতকটা ঘূতের
 গ্ৰায় পদার্থ। তোমরা বড় মাছের শিবেব কাঁটার
 ভিতর এইরূপ পদার্থ দেখিতে পাইবে। কশেককা-
 গুলির সন্ধিস্থলে এক একটি তরুণাস্থির (Cartilage)
 গদি থাকে। আমাদের কানের পাতাও তরুণাস্থি
 দিয়া গঠিত। তাই আমরা কানের পাতা অনেকটা
 দুমডাইতে পারি।

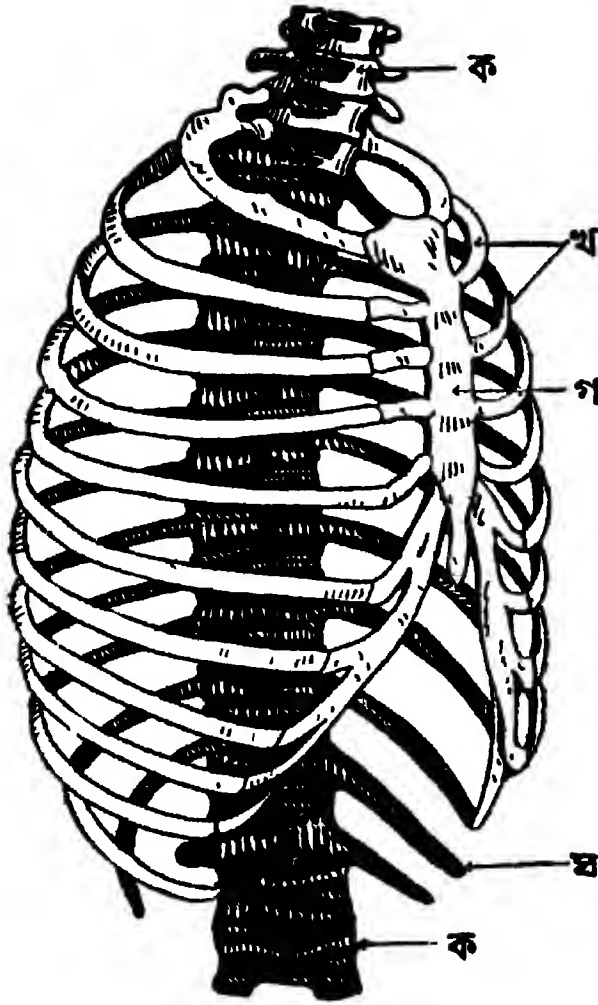
৪নং চিত্রে একটি নবকঙ্কাল দেখান হইয়াছে।
 ১, ২, ৩ ইত্যাদি সংখ্যা দ্বারা নবকঙ্কালে কত ভিন্ন
 প্রকারের হাড় হইতে পারে দেখান হইয়াছে। স্ববর্ণ
 বাখিও প্রত্যেক নম্বরের হাড় সংখ্যায় একাধিক হইতে
 পারে। চিত্রটি লক্ষ্য করিলে স্পষ্ট বুঝিতে পারিবে
 এক প্রকারের প্রত্যেক হাড়ে ভিন্ন নম্বর দেওয়া নাই।
 ৫নং চিত্রে মাথার খুলির মোট ২২ খানি হাড়ের ১১
 খানির নম্বর দেওয়া আছে। বাকি ১১ খানি হাড়
 প্রত্যেক হাড়টির বিপরীত দিকে অবস্থিত।



৬নং চিত্র—মেরুদণ্ড ও
 কশেককা

গল দেশ :—মুখ গহ্বরবের নিচে চোয়াল,
 তাহার নিম্নদেশ হইতে গলদেশ। গলদেশে যেমন
 মেরু মজ্জার পথ লক্ষ্যমান সেইরূপ আরও কয়েকটি
 নল বর্তমান। তাহাদের মধ্যে দুইটির কথা এখানে বলি। একটি **অন্ননালী**
 (Oesophagus), অপবটি **শ্বাসনালী** (Trachea)। নাসিকা গহ্বর হইতে
 যে নালী আবদ্ধ হয় তাহা মুখ গহ্বরে মিলিত হয় বটে কিন্তু মুখ গহ্বর হইতে
 বাহির হইয়া পুনরায় ইহা দহ কাণের দিকে চলিয়া যায়। আবার মুখ-গহ্বর
 হইতে অন্ননালী নির্গত হইয়াছে। শ্বাসনালী ও অন্ন নালীর সংযোগ স্থানকে
ফ্যারিংস (Pharynx) বলা হয়। তাহা হইলে মুখ গহ্বর ঘন একটি হৃদ এবং

শ্বাসনালীর নিচের অংশ ও অগ্ননালী যেন দুইটি নদী। ইহাদেব সংযোগ স্থলে অধি-জিহ্বা (Epiglottis) একটি কপাটিকাব (Valve) কাজ করে। মুখের গহ্ববেব উপবিভাগ তালু (Palate)। তালুর কোমলাংশ (Soft palate) একটি কপাটিকার মত শ্বাসনালীর পথ খুলিয়া দেয় ও বন্ধ করে। শ্বাসনালীর দ্বারা আমাদের দেহে বায়ু চলাচল করে এবং অগ্ননালী দ্বারা ভুক্ত



৭নং চিত্র—বুকের হাড়

দ্রব্য উদবে চলিয়া বায়। বায়ু ও ভুক্ত দ্রব্যের যাতায়াতেব সময় গোল বাধে ফ্যাংসে। এককালে যদি শ্বাসেব কার্য এবং ভোজন কায চালান হয় তবে ভুক্ত দ্রব্য অনেক সময় উপবে উঠিয়া শ্বাস নালীতে চলিয়া যায়। এই সময় আমাদের বিষম লাগে। তাই একসঙ্গে শ্বাস কার্য ও ভোজন কায চালান যায় না। বিষম লাগিলে এইজন্য অনেক সময় নাক দিয়া ভুক্তদ্রব্য বাহির হইয়া থাকে।

উক্ত দুই প্রকাব নালী ছাড়াও শিবা, বমনী প্রভৃতি গলদেশ দিয়া প্রবাহিত, ইহাদেব বিষয় পরে বলা যাইবে।

বন্ধ গহ্ববেব খাঁচাটি বাব জোড়া পঞ্জরাস্থি (Ribs) দ্বারা নির্মিত হইয়াছে। বাবটি কশেরুকাব দশটির দুই পাশ হইতে ঐ বাব জোড়ার দশ জোড়া পঞ্জরাস্থি বাহির হইয়া সম্মুখেব বন্ধফলকে (Sternum) মিলিত হইয়াছে এবং দুই জোড়া বাকি দুইটি কশেরুকা হইতে বাহির হইয়া অর্ধ পথে শেষ হইয়াছে,

বক্ষ ফলক পর্যন্ত পৌঁছায় নাই। এই সকল অস্থিগুলি একটু চেপ্টা ধবণের। চিত্রে দেখ ক দুইটি ভিন্ন কশেরুকা (Vertebra), খ দুইটি ভিন্ন পঞ্জবাস্থি, গ বক্ষফলক এবং ঘ একটি অধঃপঞ্জব।

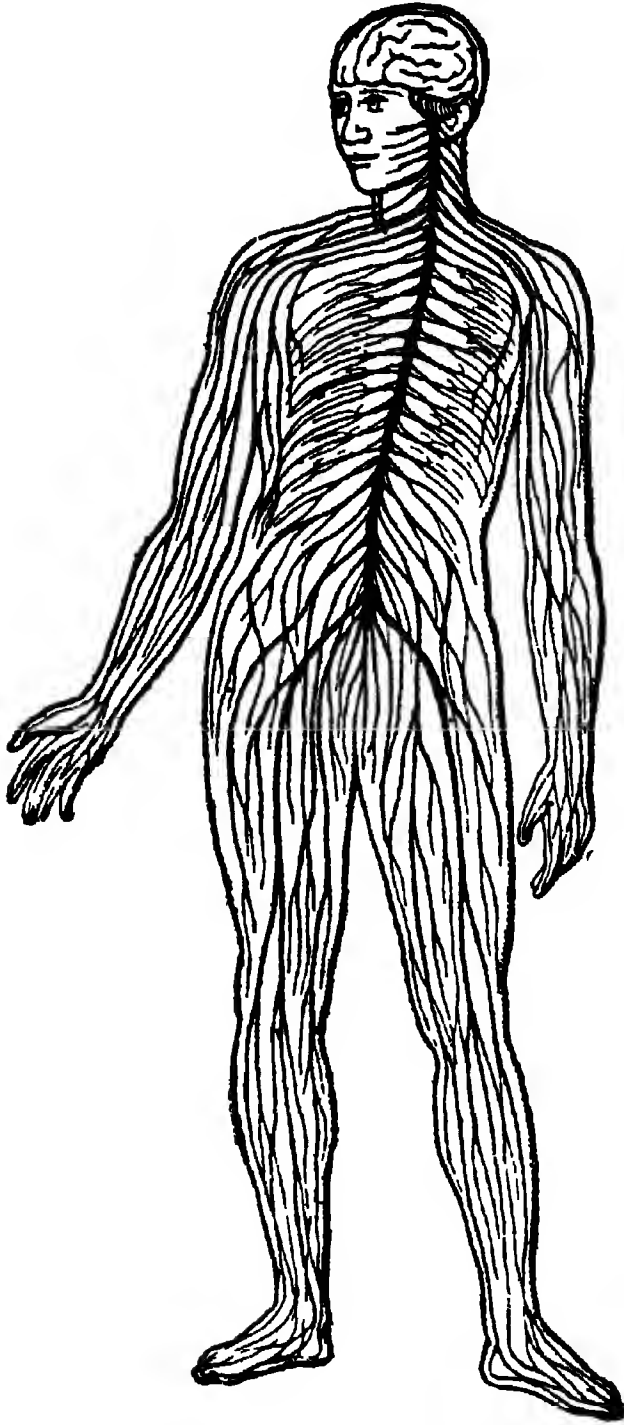
উদর (Abdominal cavity) :—অন্ননালী গলদেশ হইতে নামিয়া উদবে অনেকগুলি পাক খাইয়া অবশেষে গুহ্র দেশ পর্যন্ত গিয়াছে। উদরেই অন্ন নালীর আকার নানা বকম হইয়াছে, কোথাও মোটা কোথাও সরু কখনও বা উর্ধ্বগামী কখন নিম্নগামী। ইহাব অংশ বিশেষ আবাব বিভিন্ন কার্যও করিয়া থাকে। সেই হিসাবে ইহাব বিভিন্ন নামও হইয়াছে। উদবেই প্লাহা (Spleen), যকৃত (Liver), বৃক্ক (Kidney) ইত্যাদি আছে।

হাত ও পা :—ইহাবা প্রত্যেকেই তিন অংশে বিভক্ত। প্রগণ্ড (Upper arm), প্রকোষ্ঠ (Fore arm) ও চেটো (Palm) যেমন হাতের তিন অংশ, উরু (Thigh), জঙ্ঘা (Shank) ও পদতল (Foot) তেমনই পায়েব তিন অংশ। এই দুই অংশেব অস্থি বিস্তার প্রায় সমান। প্রগণ্ডে ও উরুতে একখানি কবিয়া লম্বা অস্থি, প্রকোষ্ঠে ও জঙ্ঘায় দুইখানি কবিয়া অস্থি আছে। হাতের চেটোতে ২৭টি কিন্তু পদতলে ২৬টি কবিয়া অস্থি আছে।

নার্ভ-তন্ত্র (Nervous System)

আমাদের মস্তিষ্কে যদি কেন্দ্রীয় টেলিগ্রাফ অফিস ধরা যায় তবে নার্ভ-তন্ত্রগুলি বিভিন্ন প্রদেশ হইতে আগত তাবের সহিত তুলনীয় হইবে। তড়িৎ বহনই যেমন টেলিগ্রাফ তাবের কার্য, তেমনই দেহের আনন্দ বা বেদনা ইত্যাদি অনুভূতি বহন কবিয়া মস্তিষ্কে পৌঁছাইয়া দেওয়াই ইহাদের কার্য। মনে বর আমাদের দেহের কোন স্থানে পিন ফুটিয়া গেল, আমবা কিন্তু তৎক্ষণাৎ বেদনা অনুভব কবি না। পিন ফুটিবার পর এই নার্ভ মস্তিষ্কে গিয়া খবর দিলে তবে আমবা বেদনার অনুভূতি পাইব। অবশ্য একথা ঠিক যে এই সংবাদ মস্তিষ্কে বহন করিয়া লইয়া গিয়া

আমাদের অনুভূতি জাগাইতে যে সময় যায় তাহা অতি অল্প, এমন কি কাজ দুইটি একসঙ্গে হয় বলিলেও চলে।



৮নং চিত্র—নার্ভ-তন্ত্র

মস্তিষ্ক এবং মেরু-মজ্জা নার্ভতন্তুগুলি হইতে উদ্ভূত হইয়া দেহের চারিদিকে বিস্তৃত হইয়া আছে। শুধু যে নার্ভ বাতাবহের কার্য কবে তাহাই নহে। ইহাবা শরীরের যন্ত্রাদি শাসনাধীনে বাথে এবং দেহ যন্ত্রের প্রত্যেকটির কার্য নিয়ন্ত্রিত কবে বা প্রত্যেকটিকে কাজের নির্দেশ দিয়া থাকে।

সুখাত্ম সম্মুখে আসিলে চোখের নার্ভ গিয়া মস্তিষ্কে খবর পাঠায়, অমনই আব একটি নার্ভ মস্তিষ্ক হইতে আসিয়া একটি গ্যাংগুকে লাল। নিঃসরণ করিতে বলে, অমনই আমাদের জিহ্বায় জল আসে। অত্র নার্ভ আসিয়া হাতকে কাজ করিতে বলিলে হাত পেশী সঙ্কোচন ও প্রসারণ করিয়া ঐ খাবার মুখে তুলে এবং দাঁত চিবায়, এইরূপে পর্ববর্তী কার্য সকল সাধিত হয়। কিন্তু

প্রতি মুহূর্তের কার্যই নার্ভ মস্তিষ্কে পাঠাইয়া দেয় এবং কাহাকে কি করিতে

হইবে প্রতি অঙ্গে প্রতি মুহূর্তে নির্দেশ আনিয়া দেয়। তাহা হইলে নার্ভ দুই বকম—এক বকম বাহ্যিক অঙ্গভূতি মস্তিষ্কে লইয়া যায়, অপবগুলি মস্তিষ্ক হইতে নির্দেশ আনে। প্রথম প্রকারের নার্ভকে **অন্তর্বাহী** (Afferent) এবং দ্বিতীয় প্রকারকে **বহির্বাহী** (Efferent) বলা হয়।

মস্তিষ্ক বাজাব মত থাকিয়া নার্ভগুলি দ্বারা আপনার প্রভাব সমস্ত দেহেব উপর ছড়াইয়া বসিয়াছে। দেহেব সকলেব খবর লইয়াই মস্তিষ্ক নিষ্ক্রিয় থাকে না, যাহাতে প্রতি অঙ্গ ক্রিয়াশীল হয় তাহাব ব্যবস্থা করে।

নিউক্লিয়াসযুক্ত নার্ভকোষ দ্বারা নার্ভসূত্র গঠিত। কোন অঙ্গেব ঐ নার্ভকোষগুলি মবিয়া গেলে নার্ভগুলিও মবিয়া যায়। তখন যে অঙ্গ ঐ নার্ভগুলি থাকে সে অঙ্গ নিষ্ক্রিয় হইয়া যায়। তোমরা পক্ষাঘাত বোগী দেখিয়াছ। তাহাদেব অঙ্গগুলির পবিবর্তন কিছুই বুঝা যায় না—কিন্তু সেই সকল অঙ্গেব নার্ভ মৃত বলিয়া অঙ্গগুলি অকর্মণ্য হইয়া থাকে।

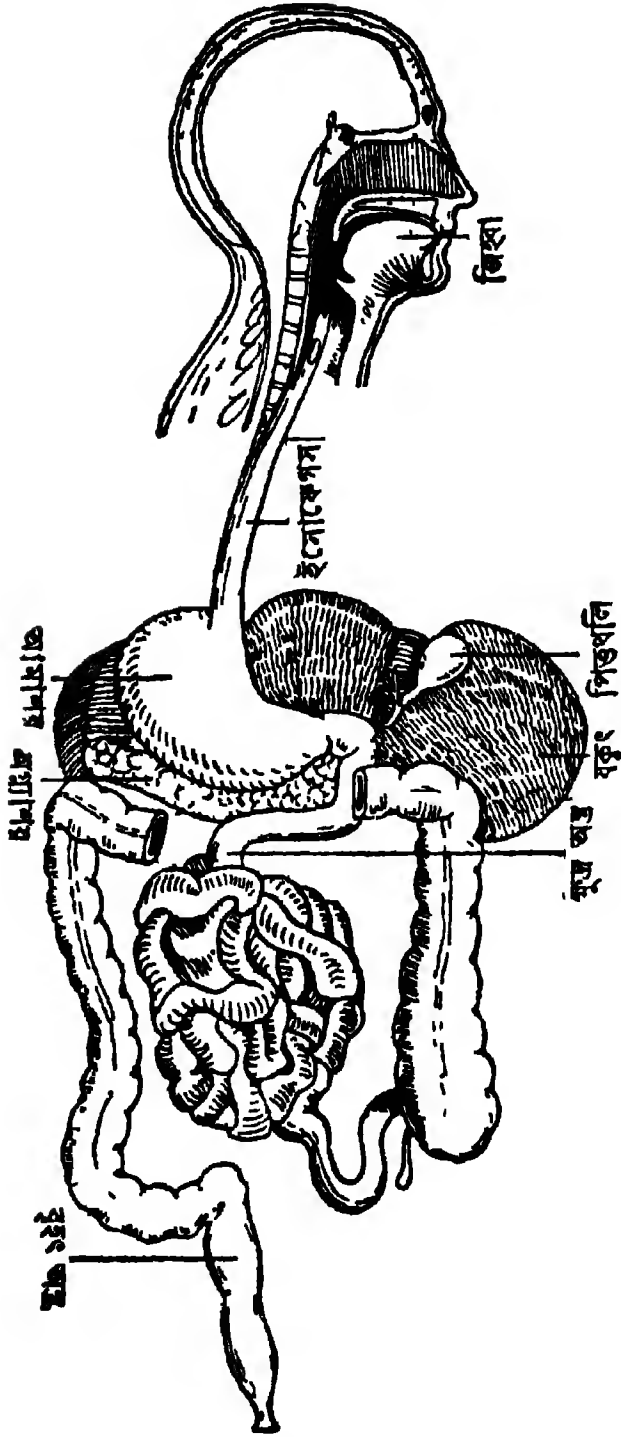
পাচন-তন্ত্র (Digestive System)

মুখ হইতে গুহাদ্বার পর্যন্ত লম্বিত দীর্ঘ নালী পথকে পচন তন্ত্র ধরা হয়। ইহার বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন ক্রিয়া হইয়া থাকে।

(১) **মুখের মধ্যে ক্রিয়া**—খাদ্য-দ্রব্য মুখে পুবিয়া দন্ত, জিহ্বা ও লালাব সাহায্যে উত্তমরূপে চিবাইয়া শক্ত ও কঠিন খাদ্য-দ্রব্য নরম করিতে হয়।

মুখের এক এক দিকে তিনটি কবিয়া দুই পার্শ্বে ৬টি **লালাগ্রন্থি** (Salivary-gland) আছে। খাদ্য-দ্রব্য চিবাইবাব সময় এই সকল গ্রন্থি হইতে প্রচুর পবিমাণে **লালা** নিঃসৃত হয় এবং এই লালাই কঠিন খাদ্য-দ্রব্যকে নরম ও সবস কবিয়া গিলিবাব সুবিধা কবিয়া দেয়। খাদ্য-দ্রব্য যত কঠিন হয়, প্রয়োজন অনুসারে লালার তত বেশী বাহিব হয়। খাদ্যদ্রব্য নরম ও তবল কবাই লালাব একমাত্র কার্য নয়। উহার **টায়ালিন** (Ptyalin) নামক একটি পদার্থ আছে, তাহা খেতসার-জাতীয় খাদ্যকে পরিপাক করাইতে সাহায্য করে।

(২) পাকস্থলীর মধ্যে ক্রিয়া—খাদ্য-দ্রব্য গিলিবার পব উহা পাক-



২ নং চিত্র—পাচন-তন্ত্র

স্থলীতে ঘাইয়া সঞ্চিত হয়, কিন্তু পূর্বেই শ্বেতসাব-জাতীয় খাদ্যের ক্রিয়দংশ টায়ালিন দ্বারা পবিপক হয়। খাদ্য-দ্রব্য পাকস্থলীতে পৌছিবা-মাত্রই পাকস্থলী হইতে একপ্রকার বস নিঃসৃত হইয়া ভুক্ত বস্তুর সঙ্গে মিশ্রিত হইতে থাকে। পেপসিন-হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড্‌ই (Pepsin-hydrochloric Acid) এই বসের প্রধান উপাদান। এই বসের নাম পাকস্থলী-রস। সুতরাং ইহা অল্পগুণবিশিষ্ট ও জীবাণু-নাশক এবং প্রোটিন জাতীয় পদার্থকে পবিপাক কবিতে পাবে। ইহাদেব জন্ম খাদ্য-বস্তুর সঙ্গে কোন প্রকার অনিষ্টকর জীবাণু শরীরে প্রবেশ কবিয়া রোগোৎপাদন কবিতে পাবে না।

পাকস্থলী-রসের মধ্যে যে

পেপসিন আছে, তাহা প্রোটিন-জাতীয় পদার্থকে হজম কবিতে বিশেষ সাহায্য

করে। পেঁপেব আটাষ পেপ্‌সিন যথেষ্ট পবিমাণে থাকে। সেই জন্ত মাংস রাঁধিবাব সময় উহাতে পেঁপেব আটা দিলে সহজেই উহা সিদ্ধ হয়।

পাকস্থলী-বসে আব একটি পদার্থ আছে। উহার নাম **রেনেট্ বা রেনিন** (Rennet বা Rennin)। ইহা দুধকে দধিতে পবিণত কবে। দুধ আমাদেব একটি অতি উৎকৃষ্ট খাদ্য বটে; কিন্তু উহা পাকস্থলীতে গিয়া বেনেটেব সাহায্যে প্রথমত দধিতে পবিণত হয়, পবে হজম হয়। এইজন্তই দেখা যায় যে, দুধ খাওয়াইবাব অল্প পবে বমি কবিলে শিশু দধিই বমি কবে।

(৩) **ক্ষুদ্রান্ত্রের মধ্যে ক্রিয়া**—পাকস্থলীতে ভুক্ত দ্রব্যেব অংশ মাত্র পবিপক হয়। এইকপে পাচিত ভুক্ত দ্রব্য তাহাব পব ক্ষুদ্রান্ত্রে নীত হয়। এইখানেই পবিপাক-ক্রিয়া প্রায় সম্পূর্ণ হয়। এই স্থানে যকৃত হইতে **পিত্তরস**, অগ্ন্যাশয় হইতে **ক্লোমরস** (Pancreatic Juice) এবং ক্ষুদ্রান্ত্র হইতে **ক্ষুদ্রান্ত্র-রস** নির্গত হইয়া ভুক্ত দ্রব্যেব সঙ্গে সম্পূর্ণকপে মিশ্রিত হয় এবং উহাকে সম্যককপে পবিপাক কবিতে সাহায্য কবে।

ক্লোম-বসেব মধ্যে অন্যান্য পদার্থেব সহিত প্রধান তিন প্রকাব বস আছে। উহাবা অন্যান্য পাচক-বস হইতে অত্যধিক কার্যকরী। এই বস নিজেই শ্বেতসাব, স্নেহ ও প্রোটীন জাতীয় পদার্থকে সম্পূর্ণকপে জীর্ণ করাইতে সক্ষম। স্মৃতবাং পবিপাক-ক্রিয়াব জন্ত অগ্ন্যাশয়েব স্থান অতি উচ্চে। অগ্ন্যাশয়স্থ বস উপযুক্ত পবিমাণে নিঃসৃত না হওয়া অজীর্ণ বোগেব একটি প্রধান কাবণ।

অগ্ন্যাশয় হইতে **ইনসুলিন** (Insulin) নামক একপ্রকাব অত্যাবশ্যকীয় অস্তঃস্রাব (Internal secretion) নির্গত হয়। আমরা যে সকল শ্বেতসাব-পদার্থ খাওেব সঙ্গে খাই, উহা প্রথমত চিনিতে পবিণত হয়। ইনসুলিনই এই চিনিকে জল ও কার্বনডাই-অক্সাইড্ বাষ্পে পবিণত কবিয়া জীবদেহে তাপ সৃষ্টি কবে।

যকৃত (Liver) একটি অতি প্রয়োজনীয় গ্রন্থি। উহা শরীরেব বহু কার্য সম্পাদন কবিয়া থাকে। যকৃত হইতে **পিত্তরস** নিঃসৃত হইয়া পিত্তকোষে সঞ্চিত হয়। পিত্তকোষ হইতে উক্ত পিত্তবস ক্ষুদ্রান্ত্রে যাইয়া ভুক্ত দ্রব্যেব সঙ্গে মিশিয়া

স্নেহ-জাতীয় পদার্থকে হজম কবাইয়া দেয়। ক্ষুদ্রান্ত্রে শ্বেতসার জীর্ণ হইলে উহা চিনিতে পরিণত হইয়া রক্তের সঙ্গে মিশ্রিত হয়। যকৃৎ দেহস্থিত চিনির আধার। দেহের প্রয়োজন অনুসারে সঞ্চিত চিনি দেহ কর্তৃক ব্যবহৃত হয়।

দেহস্থিত চিনিকে শরীররূপ বাষ্পীয়পোতেব কয়লা বলা যাইতে পারে, কাবণ, কয়লা পুড়িয়া যেমন তাপে পরিণত হয়, চিনিও বাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে দেহের মধ্যে তাপ উৎপাদন করে। আবার, কয়লা পুড়িলে যেমন জল ও কার্বনডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়, চিনিও দেহের মধ্যে এই দুই পদার্থই উৎপন্ন করে।

ভুক্ত দ্রব্যের স্নেহ-জাতীয় পদার্থ যকৃৎ-নিঃসৃত পিত্তবসের সহিত মিশ্রিত হইয়া অগ্ন্যাশয়স্থ বসের সাহায্যে সাবান জাতীয় পদার্থে পরিণত হয় এবং দ্রবীভূত হইয়া রক্তের সহিত মিশ্রিত হয় ও শরীরের মেদ-স্তবে সঞ্চিত হয়।

মেদ-স্তব পেশী-স্তবের উপরে বর্তমান থাকিয়া শরীরকে স্তম্ভগোল করে ও শরীরের সৌন্দর্য বৃদ্ধি করে। মেদ তাপের সুপরিবাহী নহে বলিয়া শরীরের অভ্যন্তরে উৎপন্ন তাপকে বাহির হইতে দেয়না, ইহাতে শরীর গরম থাকে। সর্বোপরি, দেহে শ্বেতসার-জাতীয় পদার্থের অভাব হইলে মেদ-ই জল ও কার্বনডাই-অক্সাইডে পরিণত হইয়া শরীরে তাপ এবং শক্তি (Energy) সঞ্চয় করে। শক্তি ও তাপ উৎপন্ন করিতে শ্বেতসার অপেক্ষা মেদ অনেক বেশী ক্ষমতা-শালী। **মেদকে ঘনীভূত শক্তি (Condensed Energy)** বলা হয়।

প্রোটিন-জাতীয় পদার্থের কিছু অংশ পাকস্থলীর পেপ্সিন দ্বারা পরিপক হয়। কিন্তু অগ্ন্যাশয়স্থ বসের পেপ্সিন নামক পদার্থ দ্বারাই প্রোটিন-জাতীয় পদার্থের বাকি প্রায় সম্পূর্ণ অংশের পরিপাক হয়। এই জীর্ণ পদার্থ দ্বারাই জীব-শরীরের ক্ষয় পূরণ হইয়া থাকে ও নূতন জীব-কোষ তৈয়ারী হইয়া শরীরের শ্রীবৃদ্ধি সাধন করে। সুতরাং আমবা খাদ্যদ্রব্যের সহিত যে **প্রোটিন-জাতীয় পদার্থ** খাই, উহাই জীর্ণ হইয়া শরীরের জীব-কোষ প্রস্তুত করে।

খাদ্য হইতে দেহ গঠনের উপযোগী উপাদানগুলি গ্রহণ করিবার পথ অনেক

অপ্রয়োজনীয় জিনিস পড়িয়া থাকে। এই অপ্রয়োজনীয় পদার্থের কতক অংশ যকৃতের আসিয়া নির্দোষ হইয়া ইউরীয়া (Urea) এবং ইউরিক অ্যাসিডে (Uric Acid) পরিণত হয় এবং বৃক্কের (Kidney) মধ্য দিয়া মূত্রাকারে ও চর্মের মধ্য দিয়া ঘর্মাকারে শবীর হইতে বাহির হইয়া যায়। অপ্রয়োজনীয় অংশগুলিকে তাহাদের বিভিন্ন নির্গমন পথে পাঠানই বৃহদজ্জীব প্রধান কাজ।

রক্তসংবহন তন্ত্র (Circulatory System)

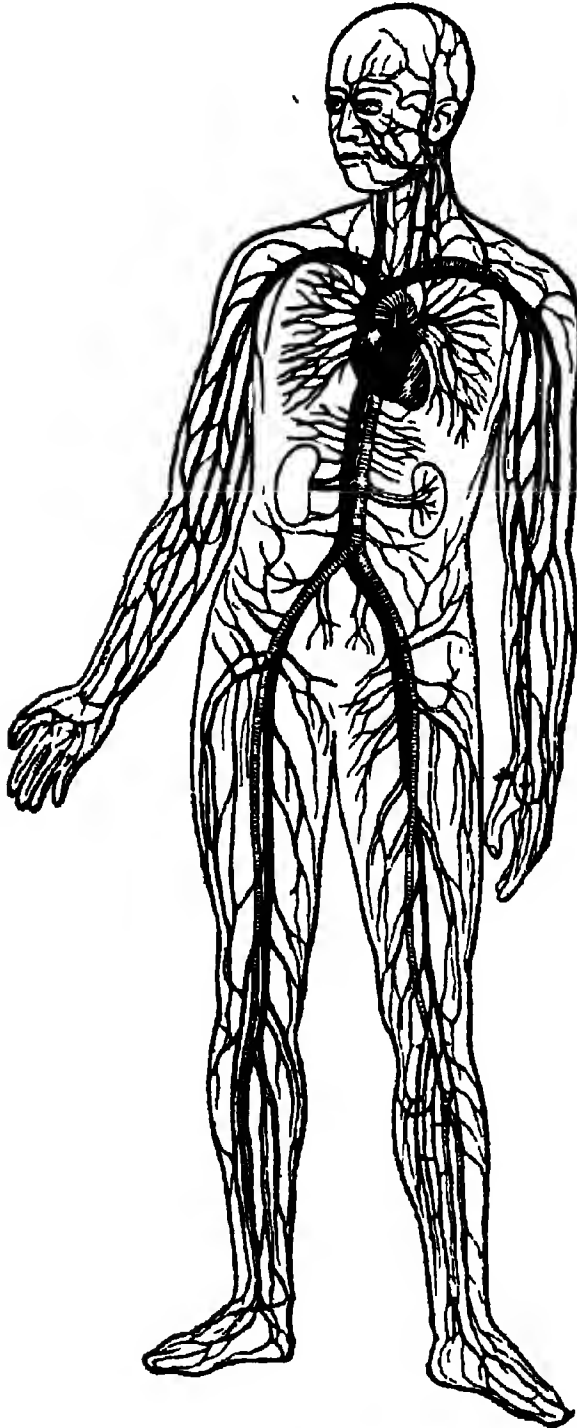
রক্ত আমাদের শবীরের প্রধানতম উপাদান। যতক্ষণ রক্তশ্রোত আমাদের দেহে প্রবাহিত, ততক্ষণ আমাদের দেহে জীবন—রক্তশ্রোত বন্ধ হইলেই আমরা মরিয়া যাই। হাত টিপিয়া আমরা যে নাড়ী দেখি তাহা দ্বারা আমরা বুঝিতে চাই আমাদের দেহে ঠিকমত রক্ত সঞ্চালিত হইতেছে কিনা। রক্ত আমাদের শবীরে শক্তির উৎস; আমাদের দেহ হইতে কোন কাবণে অধিক রক্তশ্রাব হইলে আমরা অবসন্ন হইয়া পড়ি।

আমরা যে খাদ্য খাই তাহাব অপ্রয়োজনীয় অংশ বিষ্টাক্রমে ত্যাগ করি, বাকি অংশ দেহের বিভিন্ন উপাদান গঠন কাণ্ডে লাগিয়া যায়। সেই হিসাবে সমস্ত দেহের বিভিন্ন অংশে রক্ত প্রস্তুত হইতেছে, কিন্তু তাহাব সহিত দূষিত পদার্থ থাকে। রক্ত সঞ্চালন ক্রিয়া দ্বারা ঐ দূষিত রক্ত বিশুদ্ধ হইয়া পুনর্বার আমাদের দেহের বিভিন্ন অংশে ছড়াইয়া পড়ে। এই সমস্ত প্রক্রিয়াটি রক্তসঞ্চালন প্রক্রিয়া।

সমস্ত রক্তসঞ্চালন প্রক্রিয়ার মূলে আমাদের হৃদয়। মানবের ধাবণাতীত কৌশলে এই হৃদয় এক শক্তি বলে তালে তালে সঞ্চালিত ও প্রসারিত হইতেছে। ইহাব ফলে হৃদয়ের স্ফীতি এবং সঙ্কোচনের ফলেই সমস্ত দেহের রক্তসঞ্চালন ক্রিয়া সাধিত হইতেছে।

বক্ষগহ্বরে দুইটি ফুস্ফুসের মধ্যে হৃদয় অবস্থিত। সমস্ত হৃদয়টি প্রত্যেক মানুষের স্ব স্ব মূষ্টির সমান—দেখিতে নোনা আতাব ন্যায়, ইহা দুইটি প্রকোষ্ঠে বিভক্ত। প্রকোষ্ঠ দুইটি আবার প্রত্যেকে দুই ভাগে বিভক্ত। উপরে একটি

ভাগ, নিচে একটি ভাগ। হৃদয়ের উপবিস্তৃত ক্ষুদ্রতর ভাগকে **অলিন্দ** (Auricle)।

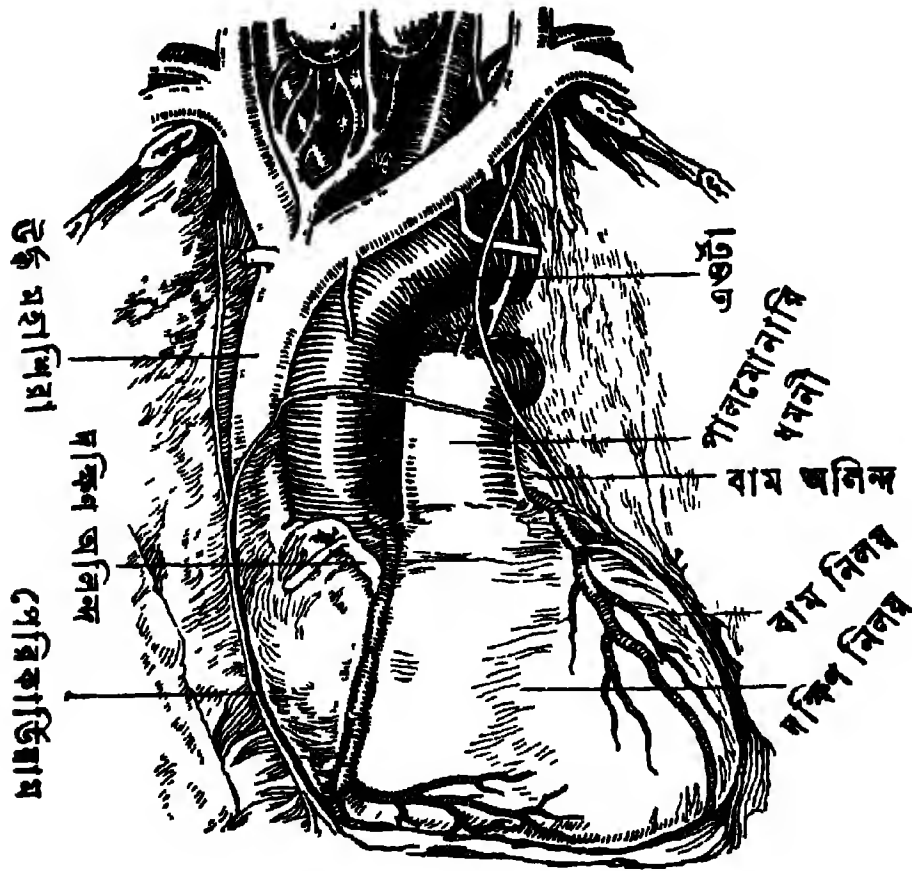


১০নং চিত্র—রক্তসংবহন তন্ত্র

এবং নিম্নস্থ অপেক্ষাকৃত
বৃহত্তর ভাগকে **নিলয়**
(Ventricle) বলে। হৃদয়ের
প্রধান দুই ভাগের যেটি বাম
দিকে অবস্থিত সেইটির
উপবিস্তৃত অলিন্দ অর্থাৎ
বাম অলিন্দটি হইতে
বহির্গত হইয়া একটি
শিরা আসিয়া ফুস্ফুসে বহু
কৈশিক নালি (Capillar-
ies) দ্বারা উহাব সহিত যুক্ত
হইয়াছে। আবার দক্ষিণ
নিলয় হইতে একটি প্রধান
ধমনী আসিয়া ঐকপ কৈশিক
নালী দ্বারা ফুস্ফুসেব সহিত
যুক্ত হইয়াছে। উহাদিগকে
যথাক্রমে ফুস্ফুসীয় (Pulmo-
nary) শিরা ও ধমনী বলে।
যে মাংসল প্রাচীর দ্বারা
অলিন্দ গঠিত তাহা নিলয়
বেষ্টনকারী প্রাচীর অপেক্ষা
পাতলা। সমস্ত হৃদয়টি
পেরিকার্ডিয়াম (Peric-

ardium) নামক আবরণে আবৃত, ইহা পরপর দুইটি পাতলা পর্দায় দ্বারা নির্মিত।

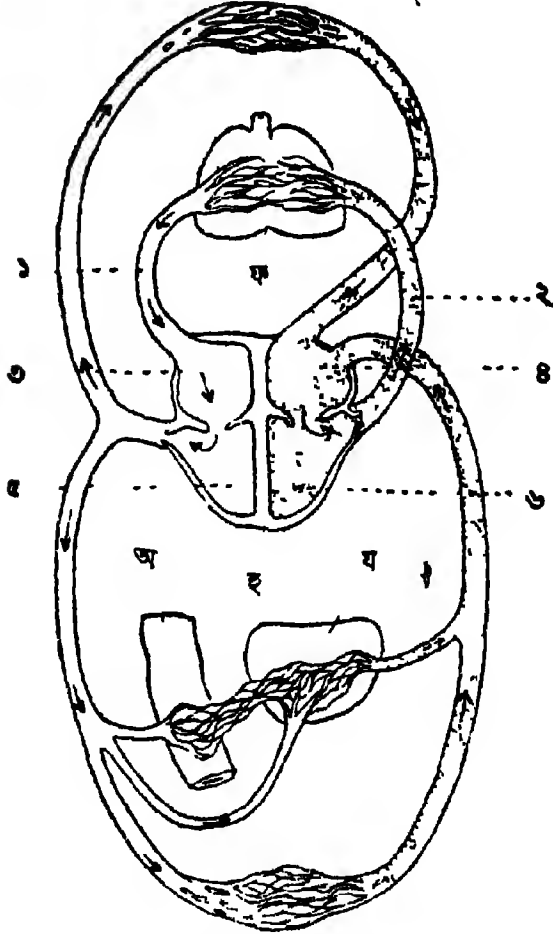
উর্ধ্ব মহাশিরা (Superior Venacava) এবং নিম্ন মহাশিরা (Inferior Venacava) নামক দুইটি প্রধান শিরা দক্ষিণ অলিন্দ হইতে বাহিব হইয়া একটি মাথায় এবং হাতে বা উর্ধ্বদেহের সর্বত্র ছড়াইয়া আছে এবং অপরটি নিম্নাঙ্গের সর্বত্র ছড়াইয়া আছে। তেমনই বাম নিলয় হইতে একটি প্রধান ধমনী বাহিব হইয়া পথে দুইভাগে বিভক্ত হইয়া একটি উর্ধ্বাঙ্গে এবং অপরটি নিম্নাঙ্গে ছড়াইয়া পড়িয়াছে। উক্ত প্রধান ধমনীটির নাম এওর্টা (Aorta)। হৃদয়টি এমন স্বকোশলে



১১নং চিত্র—হৃদয়

গঠিত যে দুইটি অংশের সরাসরি কোন সংযোগ নাই। দক্ষিণ অলিন্দে মহাশিরা দুইটি দ্বারা সমস্ত দেহের দূষিত রক্তশ্রোত আসিয়া একটি কপাটিকা পাব হইয়া দক্ষিণ নিলয়ে পড়ে। এখানে আসিলে উক্ত কপাটিকা আপনা আপনি বন্ধ হইয়া যায় এবং সেখান হইতে আর একটি কপাটিকা পার হইয়া ফুস্ফুসীয় ধমনী (Pulmonary artery) নামক শিরা পথে রক্তশ্রোত ফুস্ফুসে চালিত হয়।

এখানে কৈশিক নালী দ্বারা বায়ুর অক্সিজান রক্ত মধ্যে প্রবেশ করিয়া রক্ত সংশোধিত করে। অতঃপর বিশোধিত রক্ত ফুসফুসীয় শিরা (Pulmonary



১২নং চিত্র—বক্ত সঞ্চালন

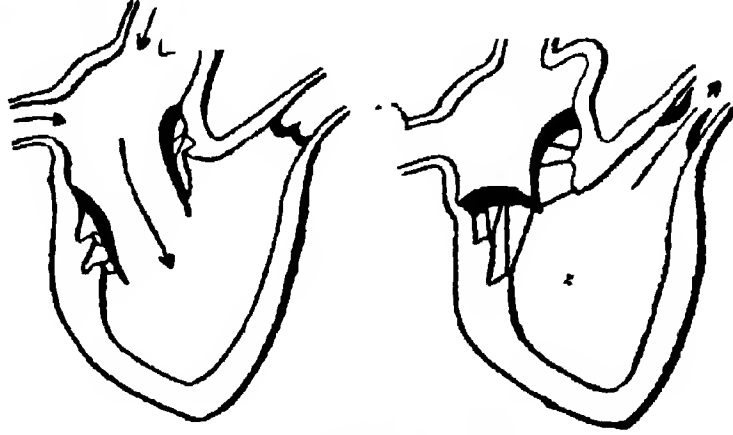
veins) দিয়া বাম অলিন্দে আসে, সেখান হইতে এওটা বাহিত হইয়া সাবা দেহে ছড়াইয়া পড়ে। ১২নং চিত্রে বক্ত সঞ্চালন প্রণালী দেখান হইল। ই হৃদয়, ইহাব চাবিটি কক্ষ ৩, ৪, ৫ ও ৬ যথাক্রমে বাম অলিন্দ, দক্ষিণ অলিন্দ, বাম নিলয় ও দক্ষিণ নিলয়। ১ ও ২ ফুসফুসীয় শিরা ও ধমনী, ফ ফুসফুস, অ অস্ত্র ও ঘ যক্লং। উপর দিকেব বড় কাল নালীটি উর্ধ্ব মহাশিরা ও বড়শাদাটি এওটা এবং নিম্নদিকেব কাল নালীটি নিম্ন মহাশিরা। মস্তকে, ফুসফুসে, হস্ত ও পদাদিতে ঐ বৃহৎ বৃহৎ শিরা ও ধমনীগুলি কৈশিক নালীতে

পরিবর্তিত হইয়া পরস্পর মিলিত হইয়াছে।

তাহা হইলে দেখা গেল দক্ষিণ হৃদযাংশে তিনটি কপাটিকা এবং বাম হৃদযাংশে দুইটি কপাটিকা বক্তের গতিপথ নিয়ন্ত্রিত করিতেছে। তিনটি কপাটিকাব সমাবেশকে তিনপাল্লা কপাটিকা (Tricuspid Valve) এবং দুইটি কপাটিকাব সমাবেশকে দুইপাল্লা কপাটিকা (Bicuspid Valve) বলা হয়। চিত্রে ইহাদের পৃথক পৃথক দেখ ; তাঁরোব সাহায্যে বক্তের গতিপথও দেখান হইল।

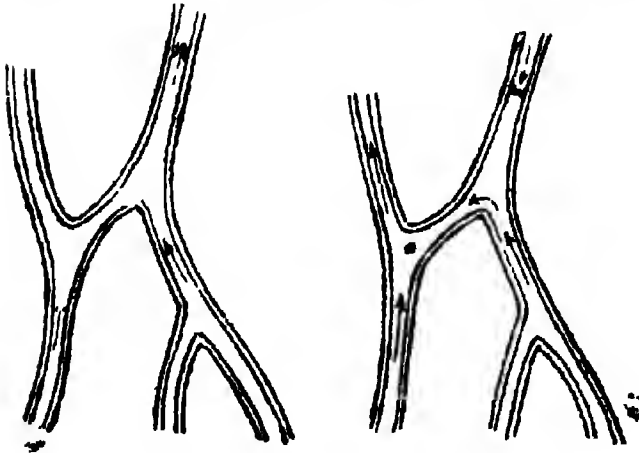
শরীরের প্রতি অংশেই শিরা ও ধমনী জালোব মত ছড়াইয়া আছে। যে যে স্থান হইতে কৈশিক শিরা দ্বারা বক্ত হৃদয়ে আসে, হৃদয় হইতে ক্রমে কৈশিক

ধমনী দ্বারা বিগত রক্ত ঠিক সেই সেই স্থানে সঞ্চালিত হয়। ১৪ নং চিত্রে দেখ একটি শিরা বা একটি ধমনী বা শাখা-প্রশাখা বাহির হইয়া কিরূপে রক্ত একপথ হইতে অন্যপথে চালিত হইতে পারে।



১৩নং চিত্র—কপাটিকা

আমাদের শরীরের কোন স্থান কাটিয়া গেলে রক্ত বাহির হয়। এই রক্ত শিরা বা ধমনী হইতে পাবে। রক্ত শিরা কিম্বা ধমনী হইতে নির্গত চিনিবাব লক্ষণ—শিরা হইতে নির্গত রক্ত অবিগত বলিয়া ইহাব বড় একটু কাল মত



১৪নং চিত্র—শিরা ও ধমনীর শাখা

কিন্তু ধমনীর রক্ত জ্বাফুলেব ত্রায় লাল অথচ শিবাব রক্ত অপেক্ষা ফিকে। দ্বিতীয়ত শিবাব রক্ত অল্প অল্প চুয়াইয়া পড়ে বলিয়া মনে হয়, কিন্তু হৃদয় হইতে নির্গত হয় বলিয়া ধমনীর রক্ত ফিনিক দিয়া পড়ে।

অতএব কোন অংশের শিরা বা

ধমনী কাটিয়া গেলে রক্ত নির্গমন বন্ধ করিবার জন্ত আমবা এইরূপ ব্যবস্থা কবিতে পারি; শিরা দিয়া রক্ত হৃদয়ে যায়—হৃদয় বন্ধে অবস্থিত—নিম্নাঙ্গেব শিরা কাটিয়া গেলে শিবাব যে স্থান কাটিয়া যায় তাহাব নিচেব দিক টিপিয়া ও

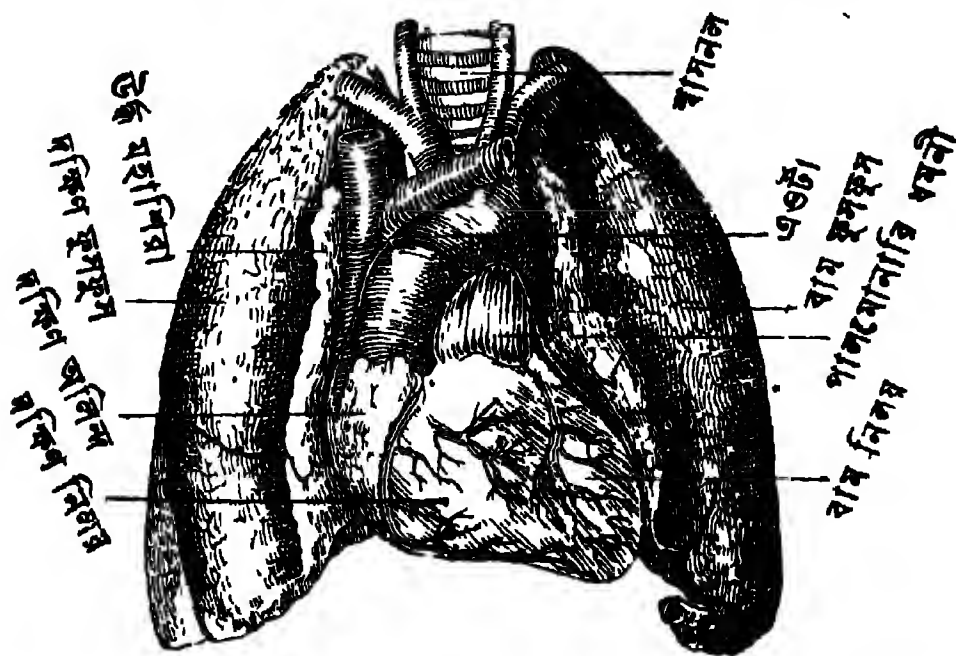
উর্ধ্বার্দ্ধের উপর দিক টিপিয়া ধবিয়া বন্ধ বন্ধ করা যায়, অপরভ্ৰু ধমনী কাটিয়া গেলে উহাব বিপরীত ক্রিয়া কবিলে বন্ধ নির্গমন বন্ধ হয়।

শ্বাসতন্ত্র (Respiratory System)

বায়ু হইতে অক্সিজেন লইয়া শরীরের বিভিন্ন অংশে প্রেবণ করা এবং শরীর হইতে কার্বনডাই-অক্সাইড ত্যাগ করাই শ্বাসযন্ত্রের প্রধান কাজ। পূর্বেই বলা হইয়াছে আমাদের নাসারন্ধ্র হইতে যে পথ শ্বাসনল (Trachoea) পর্যন্ত গিয়াছে তাহাবা মুখগহ্বরে গিয়া মিশিয়াছে। যদি নাক বন্ধ কবিয়া মুখ দিয়া বায়ু গ্রহণ করা হয় বা দেহের কার্বনডাই-অক্সাইড ত্যাগ করা যায় তবে তাহাতেও শ্বাসকায় চলিতে পারে—তবে কিসের জন্ত নাসিকা পথের প্রয়োজন? একথাব উত্তর দিবার আগে শ্বাসনলি কোথা হইতে কোথায় গিয়াছে তাহা বলি শুন। নাসা পথ (Nares) হইতে আবদ্ধ কবিয়া জাঁকা-বাঁকা পথ দিয়া এই নালী ফ্যাবিংসে গিয়া পড়ে। এই ফ্যাবিংসের কথা তেমনবা আগে শুনিয়াছ। সেখান হইতে আবও কিয়দূর গিয়া দুইভাগে বিভক্ত হয়। এক এক ভাগকে ব্রঙ্কাই (Bronchi) বলে। এই ব্রঙ্কাই এবং ফ্যাবিংসএর মধ্যভাগকে শ্বরনালী (Larynx) বলা হয়। ব্রঙ্কাইগুলি বহু শাখা-প্রশাখায় বিভক্ত হইয়া অবশেষে ফুসফুসে গিয়া পড়ে। অতএব নাসাপথ হইতে ফুসফুস পর্যন্ত সমস্ত পথটি শ্বাসযন্ত্র। এখন ইহার প্রত্যেক অংশের কথা ধরু যাউক।

নাসাপথ (Nares)—ত্রিকোণাকার গহ্বর। ইহার সম্মুখের দুইটি দ্বার নাসারন্ধ্র—একটি বন্ধ দিয়া অক্সিজেন গ্রহণ কবি অপরটি দিয়া কার্বনডাই-অক্সাইড ত্যাগ করি। এই নাসাপথ দিয়া আসিবার কালে বায়ু বাহিত ধূলিকণাদি এই পথের স্নায়ুস্নায়ু রাজিতে আটকাইয়া যায় এবং উষ্ণ হইয়া উঠে। উষ্ণ বায়ুই ফুসফুসের পক্ষে বিশেষ উপযোগী। কিন্তু মুখ দিয়া বায়ু গ্রহণ করিলে মুখগহ্বর হইতে শ্বাসনালীতে যাইতে বেশী সময় লয় না, কাজেই গরম হইতে পায় না। আবার মুখগহ্বরে নাসাপথের ত্রায় বায়ুকে ছাঁকিয়া

শ্বাসনালী—স্ববয়স্কের পবে এবং ব্রক্কাই দুইটিব মধ্যবর্তী স্থান, ইহা দৈর্ঘ্যে প্রায় সাড়ে চারি ইঞ্চ এবং ইহাব পবিধি $2\frac{2}{3}$ ইঞ্চ। পাঁঠা কাটা হইলে পাঁঠাব ফুস্ফুসের সহিত ইহার শ্বাসনালীর কিরূপ সংযোগ দেখিতে পাব। এই শ্বাসনালীতে ফুঁ দিলে ফুস্ফুস ফুলিয়া উঠে এবং হাওয়া বাহিব হইয়া গেলে ফুস্ফুস চুপসাইয়া যায়। শ্বাসনালীব দুইটি বাহু ব্রক্কাই। বায়ুব অক্সিজেন ব্রক্কাই দিয়া ফুস্ফুসে পৌছায়।



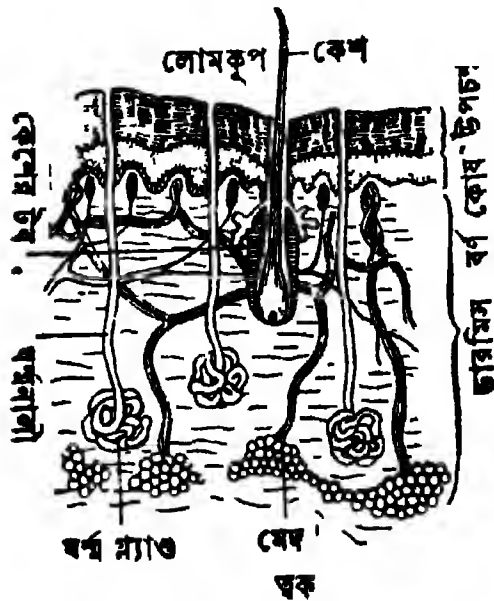
१८८: छिन्न—कुम्कुम्

ফুস্‌ফুস (Lungs)—স্পঞ্জের মত জালি জালি পদার্থ। ইহা দুইটি খলিতে

বিভক্ত। আমাদের বুকের মধ্যে হৃদয়—সেই হৃদয়কে ফুস্ফুসের দুইটি থলি যেন ঘেরিয়া রাখিয়াছে। এই ফুস্ফুসে বহু শৈবিক রক্তবাহী নালী আসিয়া বিস্তৃত অক্সিজেন লইয়া কার্বনডাই-অক্সাইড ছাড়িয়া দেয়। শ্বাসনল ফুটবল ব্লাডারের নলের মত এবং ফুস্ফুস যেন ব্লাডার। শ্বাসনল দিয়া হাওয়া প্রবেশ কবাইলে ফুস্ফুস ফুলিয়া উঠে এবং হাওয়া ছাড়িয়া দিলে চূপসাইয়া যায়।

চর্ম (Skin)

চর্ম—আমাদের স্পর্শেন্দ্রিয়—শীত, গ্রীষ্ম অনুভূতি দেয় এবং বাহিরেব অনিষ্ট হইতে শরীরকে রক্ষা করিয়া থাকে। চর্মে যে লোমকূপ আছে তদ্দ্বারা আমাদের দেহ হইতে দূষিত পদার্থ নির্গত কবিয়া থাকি। লোম কিংবা চুল এবং নখ চর্মেব অতিবৃদ্ধি (Outgrowth)। এই চুল আমাদের দেহকে শীতাতপ হইতে কতক রক্ষা কবে। মানুষ জামা কাপড় পরিয়া কতকটা এই কার্য সাধন



১৬নং চিত্র

নির্গত হয় কিন্তু ভিতরেব চামড়া হইতে রক্তও নির্গত হয়।

কবে কিন্তু পশু তাহা পারে না বলিয়া ভগবান পশুর গায়ে অধিক লোম দিয়াছেন। চর্ম দুই ভাগে বিভক্ত—**বহির্চর্ম** (Epidermis) এবং **অন্তর্চর্ম** (Dermis)। বাহিরের চর্ম অতিশয় পাতলা কিন্তু ভিতরেব চর্ম অপেক্ষাকৃত পুরু। বাহিরেব চর্মে শিবা নাই ভিতরেব চর্মে শিবা আছে। তাই অল্প একটু কাটিয়া গেলে বা ছিঁড়িয়া গেলে উপরেব চর্ম হইতে মাত্র শাদা বসের মত একপ্রকার পদার্থ

এপিথেলিয়া কোষ (Epithelial cell) চামড়াকে আবৃত করিয়া আছে। বাহিরের দিকেব কোষগুলি লম্বা লম্বা এবং মৃতপ্রায়। যতই ভিতবেব দিকে যাওয়া যায় ততই কোষগুলি গোলাকার ও সজীব থাকে। বাহিরের দিকে যাহারা আসে তাহাবা মরিয়া যায়। এবং তাহাদের স্থান ক্রমে নিচেব কোষ অধিকাব করে। ভিতবেব চর্ম হইতে বাহিরের চর্ম পর্যন্ত সরু নালী থাকে। এই নালীকে ঘর্মকূপ বলে। ইহাদের গোড়ায় sweat glands থাকে তাহাবা শবীবের দূষিত পদার্থ নালীতে পাঠাইয়া দেয়। বাহিরেব ঠাণ্ডা বাতাসে বাষ্পীভবন হওয়াব দরুণ ক্রমাগত ঘর্ম নির্গত হইতে থাকে। যে দীর্ঘ পথ দিয়া ঘর্ম নির্গত হয় তাহা ঘর্মনালী (Pores)। লোমেব গোড়াব দিকে এক প্রকার পেশী থাকে। শীত পাইলে এই পেশী সঙ্কুচিত হয়। তাহাতে লোম খাড়া হইয়া উঠে এবং শীতাতপ রক্ষার সহায় হয়। লোমের গোড়ায় একটি অপেক্ষাকৃত বিস্তৃত গহববে এক প্রকাব চর্বি জাতীয় পদার্থ থাকিয়া চামড়া এবং চুলকে মসৃণ রাখে। গহববটিকে কেশটব বলে।

সংক্ষেপ :- ককাল আমাদের দেহের কাঠাম প্রস্তুত করিয়াছে। প্রায় দুই শতাধিক হাড়ের সমাবেশে এই কাঠাম প্রস্তুত। মেকদণ্ডই দেহেব প্রধান অস্থি। যেখানে যে রকম হাড় প্রয়োজন সেখানে সেই রকম হাড় দিয়া আমাদের মাথাব খুলি, বুকের খাঁচাব মত কাঠাম এবং হাত পা প্রভৃতি প্রস্তুত। মাথার হাড়গুলি চেপ্টা পাতের মত, বুকের পাঁজরা চেপ্টা কাঠিব মত এবং হাত পাযের অস্থি লম্বা দণ্ডেব মত। নার্ভের নির্দেশ মত আমাদের শরীরেব অঙ্গ প্রত্যঙ্গ কাজ করে। ইহাদের সাহায্যেই আমাদের সকল বকম অনুভূতি মস্তিষ্কে পৌঁছায়। মস্তিষ্ক যেন নার্ভেব রাজা, মস্তিষ্কের আজ্ঞা বহন কবাই যেন নার্ভের কাজ। মুখ হইতে গুহাবাব পর্যন্ত দীর্ঘ একটি নালী অন্ননালী নামে খ্যাত। ইহা ক্যারিংসে অন্ননালীব ও শ্বাসনালীব সংযোগ ঘটাইয়াছে, সেখানে অধিজিহ্বা একটি কপাটিকার কাজ করে। অর্থাৎ শ্বাসনালীতে বায়ু এবং অন্ননালীতে খাদ্য দ্রব্য চালাইয়া দেয়—ব্যতিক্রম ঘটিলে আগবা বিষম খাই। এই কারণে এক সঙ্গে ভোজন ও শ্বাস গ্রহণ হয় না। অন্ননালীর বিভিন্ন অংশে আমাশয়, অগ্ন্যাশয়, যকৃত হইতাদি হইতে বিভিন্ন রস নিঃসৃত হইয়া আমাদের খাদ্যকে পাচিত করিবার সহায়তা করে। অপ্রয়োজনীয় অংশ বিভিন্ন নির্গম পথে বাহিব হইয়া যায়। নাসাপথ তালুতে ত্রিকোণাকার হইয়া মুখ গহববে আসিয়া পড়িয়াছে। ক্যারিংস হইতে নির্গত হইয়া ইহার যে অংশ ত্রিকোণাকার তাহাকে

স্বল্পকাল বলে। স্বল্পকালের পর খানিকটা নিচে নামিয়া আসিয়া দুই ভাগে বিভক্ত হইয়া কৈশিক নালীর দ্বারা ফুসফুসে ইহা যুক্ত হইয়াছে। ফুসফুসে বিপুল বক্ত লইয়া যাওয়া এবং সেখান হইতে দূষিত বায়ু বাহির করা ফুসফুস বা শ্বাস নালীর প্রধান কাজ। ত্বক্ আমাদিগকে শীতাতপ হইতে রক্ষা করে। লোমকূপ দিয়া ঘর্মরূপে দেহের দূষিত পদার্থ বাহির হইয়া যায়।

দ্বিতীয় প্রশ্নমালা

১। আমাদের দেহ-কঙ্কালে কোথায় কিরূপ হাড় আছে লিখ। (Describe different kinds of bones of our skeleton stating their location)

২। মাথার এবং বুকের হাড়ের পার্থক্য কি বুঝাইয়া লিখ। (Write explaining the difference of bones found in skull and throat)

৩। নার্ভের কাজ কি সবিস্তার লিখ। (Write in detail the functions of Nerves)

৪। পবিপাক হওয়ার প্রয়োজন কি ? (What is the utility of digestion)

৫। পচনতন্ত্রের বিভিন্ন অংশের কার্যকাবিতা কি লিখ। (Write down the functions of different parts of alimentary Canal)

৬। আমাদের শ্বাসযন্ত্রের প্রধান কাজ কি এবং বিকপে তাহা সাধিত হয় লিখ। (Write the chief function of the respiratory system.)

৭। মুখ দিয়া শ্বাস কার্য চালাইলে কি ক্ষতি হয় ? (What is the harm if breathing is effected by mouth ?)

৮। বক্ত সংবহন তন্ত্র বর্ণনা কর। (Describe the whole system of circulation of blood).

৯। কেন হৃদয় হইতে রক্ত চলাচল করে এবং কিরূপে তাহা সাধিত হয় লিখ। (Why blood circulation is effected from the heart and how ?)

১০। সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও :—অধিজিহ্বা, অগ্ন্যাশয়, বহির্চর্ম, কশেরুকা, শিরা, ধমনী, ক্যাপ্রিস ও হিমোগ্লোবিন। (Write short notes on :—Epiglottis, pancreas, epidermis, vertebra, vein, artery, pharynx and Hæmoglobin,)

তৃতীয় পরিচ্ছেদ

খাদ্য

খাদ্য—(ক) এঞ্জিনের কয়লাব মত ইহা আমাদের শরীরের দুইটি প্রধান কাজ কবিয়া থাকে। এঞ্জিনের কয়লাব সহিত আমাদের দেহ রূপ এঞ্জিনের কয়লাব তফাৎ এই যে, এঞ্জিনের কয়লা কেবলমাত্র তাহাদের কাজ কবে, এঞ্জিনের কোন অংশ গঠন কাজে সহায়তা কবে না কিন্তু খাদ্য আমাদের দেহের কয়লাব কাজ করিলেও রূপান্তরিত হইয়া সময়ে দেহের অংশীভূত হয়।

(খ) আমাদের দেহের উত্তাপ বক্ষা কবে এবং জীর্ণ অংশ সবাইয়া দেয়। খাদ্যের কার্যকাৰিতা হিসাবে ইহাদিগকে ছয় ভাগে ভাগ করা যায় :—

- (১) শর্করা বা কার্বোহাইড্রেট জাতীয়, যথা—গুড়, চিনি ইত্যাদি।
- (২) স্নেহ বা চর্বি জাতীয়—যথা তেল, ঘি ইত্যাদি।
- (৩) প্রোটিন জাতীয়—আটা, গম, ছানা, মাংস, ডিম ইত্যাদি।
- (৪) জল।
- (৫) লবণ জাতীয় পদার্থ।
- (৬) ভাইটামিন।

প্রথমোক্ত দুই প্রকার খাদ্যে কার্বনডাই-অক্সাইড, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন থাকে যাহাদের রাসায়নিক ক্রিয়ায় উত্তাপ উৎপন্ন হয় এবং আমাদের শারীরিক পৰিশ্রমেব ফলে দেহ হইতে যে তাপ চলিয়া যায় তাহা পূরণ কবিয়া আমাদের শরীরে যে সাধাবণ তাপ তাহা বক্ষা কবে।

তৃতীয় প্রকার খাদ্যে এ সমস্ত ভিন্ন আরও একটি মূল্যবান পদার্থ থাকে তাহা নাইট্রোজেন, নাইট্রোজেন আমাদের জীর্ণ পেশী গঠন কার্যে অতীব প্রয়োজনীয়। অবশ্য তাপবক্ষা বা গঠন কার্যে যে সমস্ত মূল পদার্থের প্রয়োজন বলিয়া উল্লিখিত হইল তাহা ঐ দ্রব্য গুলিতে মৌলিক অবস্থায় না থাকিতেও পাবে।

যাহাবা অধিক পৰিশ্রম করেন, তাহাদের শরীর সাময়িকভাবে তত অধিক ক্ষয় প্রাপ্ত হয়, কাজেই তাহাদের শরীরে তাপবক্ষাও গঠন কার্যের জন্য অধিক পৰিমাণে আহাৰ্যের প্রয়োজন।

সাধারণত একটি বলিষ্ঠ দেহের জন্য প্রায় ৩০০০ ক্যালরি উত্তাপের প্রয়োজন, প্রায় আধ সেব মাখন হইতে ঐ উত্তাপ আমাদের শরীরে উৎপন্ন হইতে পারে, তাই বলিষ্ঠ আধসেব মাখন খাইয়া মানুষ স্থস্থ থাকিতে পারে না। ইহাতে শরীরের অন্যান্য উপাদান গুলির অনটন ঘটে। তাপ বক্ষা কার্যে মাখন সর্বোৎকৃষ্ট খাদ্য। এক পোয়া মাখন শরীরে যে পৰিমাণ উত্তাপ জন্মাইতে পারে এক পোয়া চিনি তাহাব অর্ধেক উত্তাপ জন্মাইতে পারে। মনে রাখিও এক গ্রাম জলকে এক ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড্ উত্তপ্ত করিতে যে উত্তাপের প্রয়োজন তাহাই এক ক্যালরি (Calori)।

আমাদের শরীরের উপাদান বিশ্লেষণ করিলে দেখা যায় শরীরের শতকরা ৬০ ভাগ জল, এবং বাকি অংশ অন্যান্য জাতীয় পদার্থ। পৰিশ্রম কবিলে আন্তর্জাতিক পৰিমাণে ঐ সকল পদার্থের হ্রাস হয়। ঐ হ্রাস পূরণ করিবার জন্য এবং দেহের সাধারণ বৃদ্ধির জন্য খাদ্যের মধ্যে উক্ত উপাদানগুলি যথোচিত পৰিমাণে থাকা চাই।

সাধারণ মানুষের শরীরে তাপ বক্ষা করিতে হইলে দৈনিক যে উত্তাপ প্রয়োজন তজ্জন্ম এবং শরীরের গঠন কার্যের জন্য ঐ ছয় প্রকার খাদ্যই আন্তর্জাতিক হিসাবে খাওয়া দরকার। মোটামুটি ১৪০ গ্রাম প্রোটিন জাতীয় ১০০ গ্রাম চর্বি জাতীয় ও ৫০০ গ্রাম শর্করা জাতীয় খাদ্য হইতে সাধারণ মানুষের উক্ত উদ্দেশ্য সাধিত হইতে পারে।

আবশ্য একটু তলাইয়া দেখিলে বুঝা যায় শরীরের উপাদান প্রধান যে কয়টি মূল পদার্থের সংযোগে উৎপন্ন তন্মধ্যে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন, কার্বন, ফসফরাস ও নাইট্রোজেন প্রধান।

শর্করা ও চর্বি জাতীয় পদার্থে নাইট্রোজেন নাই, প্রোটিন জাতীয় খাদ্যে উহা প্রচুর পাওয়া যায়। শর্করা জাতীয় খাদ্যের প্রধান অংশ কার্বোহাইড্রেট বা কার্বন,

হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন ঘটিত যৌগিক। এই অক্সিজেনের সহিত অল্প পদার্থের মিলনে তাপের উদ্ভব হয়। এ সকল ছাড়াও শরীরে অল্প পরিমাণে ক্যালসিয়াম, ফস্ফরাস, সোডিয়াম, পটাশিয়াম, আইডিন ও লৌহ প্রভৃতি পদার্থ বিद्यমান। অতএব আহাৰের মধ্য দিয়া যাহাতে এই সকল পদার্থ শরীরে প্রবেশ কৰে তজ্জন্ত বৰুমারি খাত্তের প্রয়োজন। শরীরের জন্ত যে উপাদান প্রভূত পরিমাণে প্রয়োজন হয় তাহা আমবা ফল মূল তরকাবী প্রভৃতি প্রত্যেক আহাৰের মধ্য দিয়া গ্রহণ কৰি এবং পানীয় জল দিয়া জলীয় অংশ পূর্ণ কৰি। তাই বলিয়া কেবলমাত্র অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও কার্বন ইত্যাদি খাইলেও জীব, বিশেষত মানুষ বাঁচিতে পারে না। অন্তসন্ধানে জানা যায়, যে জিনিসের অভাবে প্রয়োজনীয় আহাৰ গ্রহণ করা সত্ত্বেও মানুষ বাঁচিতে পারে না তাহা **ভাইটামিন (Vitamin)**। এই ভাইটামিন আবাব বহুবিধ, যথা—ভাইটামিন এ, ভাইটামিন বি, ইহাতে ভাইটামিন এচ, পর্যন্ত আছে। তাহাদের সকলগুলি দেহে আত্মপাতিক পৰিমাণে না থাকিলেও আমাদের শরীর বেশী দিন টিকিবে না।

ভাইটামিন এ জাস্তব চৰিও উদ্ভিদের সবুজ পাতায় প্রচুর পরিমাণে থাকে। ভাইটামিন এব অভাবে শরীরের সম্যক পুষ্টি সাধন হয় না। তাই বিকেট শিশুদিগকে ভাইটামিন এ প্রচুর পরিমাণে দিতে হয়। দুধের মধ্যেও ভাইটামিন বেশী পাওয়া যায়। অবশ্য দুধের মধ্যে আমাদের শরীরের যাবতীয় প্রয়োজনীয় উপাদানগুলি পাওয়া যায়, তাই শিশুকে কেবল মাত্র দুধ খাওয়াইয়া সকল রকমে তাহার পুষ্টি সাধন করা সম্ভবপৰ হয়। কিন্তু একজন পূর্ণ বয়স্ক মানুষকে দুধ খাওয়াইয়া তাহার প্রয়োজনীয় উপাদান গুলি সববরাহ করা অসম্ভব, তাই বিভিন্ন খাত্তের প্রয়োজন। তাহা ছাড়া খাত্ত একরূপ হইলে মানুষের রুচি বিকৃত হওয়ার দরুণ খাত্তের গুণ শরীরের উপর কার্যকরী হয় না। বিভিন্ন রূপ রুচিকর খাত্ত পাইলে মানুষের তৃপ্তি হয় এবং খাত্তের গুণ শরীরের উপর অধিক কার্য করে। তাই খাত্ত যাহাতে তৃপ্তিকর হয় তাহার দিকে লক্ষ্য রাখা বিশেষ প্রয়োজন।

গাছের বীজও ইষ্ট (Yeast) নামক, পদার্থে ভাইটামিন বি থাকে, ইষ্ট প্রধানত চাউলের উপর লালভ পর্দার সহিত থাকে, তাই মাজা চক্চকে চাউল অপেক্ষা আমাজা খস্খসে চাউল এবং সরু চাউল অপেক্ষা মোটা চাউল স্বাস্থ্যের পক্ষে উপকারী, অঙ্কুরিত কলাই এবং মধ্যে ভাইটামিন বি যথেষ্ট থাকে। ভাইটামিন বি এর অভাব ঘটিলে বেবি বেরি হয়, আবার তাড়ির গাদ বা জিলাপি ইত্যাদি মিষ্টান্নের খামির মধ্যেও ইহাকে পাওয়া যায়। ডিম এবং টাটকা মাংসেও ভাইটামিন বি বর্তমান। সকল ফলে বিশেষত কমলালেবুর রসে ভাইটামিন সি পাওয়া যায়। এইজন্য চিকিৎসকগণ শিশুদিগকে কমলালেবুর রস দিবার ব্যবস্থা করিয়া থাকেন। দুধে অল্প পরিমাণ ভাইটামিন সি থাকে; ভাইটামিন সি ক্ষতি বোগের উত্তম প্রতিষেধক।

মাছ, মাংস প্রভৃতি খাণ্ডে নাইট্রোজেন এবং ভাইটামিন বহুল পরিমাণে পাওয়া যায়। তন্মধ্যে টাইমাছ, ইলিশ মাছ ইত্যাদি উল্লেখ যোগ্য। কিন্তু তাই বলিয়া আমাদের দুধ ও ডাল অবহেলায় যোগ্য নয়। অবশ্য দুধের কথা বলা বাহুল্য। মাংসের যে গুণ আছে, ডালে তাহার কোন অংশে কম উপকারী উপাদান নাই। ডালের মধ্যে মুগ, মসুর ও মটর বিশেষরূপে উল্লেখ যোগ্য। তাই আমাদের খাদ্যে ডালের ভাগ যাহাতে বেশী থাকে তাহার বিষয়ে লক্ষ্য রাখা উচিত।

আমবা মধ্যে মধ্যে খিচুড়ি খাইয়া থাকি। ইহা যেমন মুখবোচক তেমনিই দেহের পক্ষে পুষ্টিকর। তাই মাঝে মাঝে নিয়মিতভাবে আমাদের আহারের মধ্যে খিচুড়ির ব্যবস্থা করা মন্দ নয়।

উত্তাপে কয়েক প্রকারের ভাইটামিন নষ্ট হয় তন্মধ্যে সি প্রধান, কিন্তু ভাইটামিন সি বহুল পরিমাণে থাকে ফলের মধ্যে, যাহাদিগকে কাঁচা খাইতে হয়। অপরন্তু উত্তাপে ভাইটামিন বির কোন অনিষ্ট হয় না।

টাটকা ফল বা সব্জীতে যে ভাইটামিন পাওয়া যায় তাহা অতীব স্বাস্থ্যকর। এই সমস্ত দ্রব্য পাক করিয়া খাওয়া অপেক্ষা যদি টাটকা কাঁচা খাওয়া যাইত

তবে যে ভাইটামিন পাওয়া যাইত তাহা অধিকতর শরীরের পক্ষে পুষ্টিকর হইত। তাই আজকাল কাঁচা টোম্যাটো ইত্যাদি খাওয়ার একটা প্রচলন দেখা যাইতেছে। অবশ্য এই একই কাবণে জ্বাল দেওয়া দুধ অপেক্ষা কাঁচা দুধ শরীরের পক্ষে বিশেষ উপকারী। ডিমের মধ্যে ভাইটামিন এবং ফস্ফাস ছাড়াও অন্যান্য যে প্রয়োজনীয় উপাদান পাওয়া যায় তাহা সম ওজননের অল্প কোন খাদ্য হইতে পাওয়া যায় না। মোবলা মাছ, বাটা মাছ এবং প্রায় সকল মাছের মস্তিষ্কে ও কাঁচকলায় ফস্ফাস পাওয়া যায়। সন্দেশ মূল্যবান খাদ্য হইলেও শরীরের পক্ষে সাধারণ খাদ্য অপেক্ষা বহু গুণ পুষ্টিকর।

আবার যে সকল জীবের দেহ হইতে আমাদের খাদ্য পাওয়া যায় তাহাদের জীবন ধারণের প্রণালীর উপর আমাদের খাদ্যের উপকারিতা নির্ভর করে। তাই যে গরু বন্ধ অঙ্ককার গোয়ালে থাকে তাহার দুধ অপেক্ষা ছাড়া গরুর দুধ আমাদের বেশী উপকারী।

অনেকের ধারণা তবকারীতে কেবল মাত্র জল এবং কয়েকটি লবণ ছাড়া— আমাদের শরীরের উপকারী উপাদান কিছুই নাই, ইহা নিতান্ত ভ্রান্ত ধারণা। জল এবং লবণ তো ইহাতে যথেষ্ট থাকেই, তাহা ছাড়া আহাবে রুচি আনিবার ইহাও প্রধানতম উপাদান এবং ইহাদের মধ্যেও তবকারীর উপাদান হিসাবে ভাইটামিন ইত্যাদি পাওয়া যায়।

জল এবং লবণ দেহের পক্ষে এতদূর উপকারী যে পূর্বোক্ত খাদ্য না পাইলেও মানুষের পক্ষে কিছুদিন বাঁচা সম্ভব হইতে পারে কিন্তু জল না হইলে দু-একদিন বাঁচা চলে না এবং লবণ না হইলে শরীরের কার্য চলা অসম্ভব। লবণ বস্তুকে শরীর মধ্যে নিয়মিত ভাবে প্রবাহমান রাখিতে পারে। কলেবা বোগের সময় তোমরা হয়ত লক্ষ্য করিয়াছ অধিক ভেদ এবং বমনের জন্ত দেহের বস্তু চলাচল বন্ধ হইয়া আসিলে লবণ জল দেহ মধ্যে প্রবেশ করান হয়।

পূর্বে বলা হইয়াছে শরীর যন্ত্রের বিভিন্ন অংশ হইতে বিভিন্ন বস্তু নির্গত হইয়া বিভিন্ন প্রকার ভুক্ত দ্রব্যকে জীর্ণ করিয়া কিয়দংশ শরীর গঠন কার্যে লাগাইয়া দেয়,

খাদ্যের বাকি অপ্রয়োজনীয় অংশ মলরূপে আমাদের শরীর হইতে নির্গত হইয়া যায়। অতএব আমাদের আহাৰ্যের মধ্যে এমন পদার্থ থাকা চাই যাহা বা ঐ সকল বস অধিক পরিমাণে নির্গত করিবার পক্ষে সহায়তা করিতে পারে।

সংক্ষেপ :-পরিশ্রম ও অস্বাস্থ্য কারণে শরীরের ক্ষয়পূরণ ও শরীর বৃদ্ধির জন্ত খাদ্যের প্রয়োজন—ইহা আমাদের দেহের উত্তাপ যোগায়। অতএব আমাদের শরীরে যে যে উপাদান যে যে পরিমাণে থাকে, খাদ্যের মধ্যে সেই সেই উপাদান সেই সেই পরিমাণে থাকা আবশ্যক। সেই হিসাবে খাদ্য ছয় প্রকার—কার্বোহাইড্রেট জাতীয়, প্রোটিন জাতীয়, জল, লবণ জাতীয় ও ভাইটামিন। অবশ্য উহাদের প্রায় সকল গুলিই আবার বহু প্রকারেব হইতে পারে। দুধ, মাছ, মাংস, ডিম, আনারাজ ও তবিতরকারী, শাকশস্ত্রী, ফলমূল প্রভৃতি বিভিন্ন প্রকার খাদ্য হইতে বিভিন্ন উপাদান পাই। সেইজন্ত আমাদের খাদ্য কেবল মাত্র এক বস্তু হইলে চলে না বিভিন্ন প্রকারেব হওয়া চাই। অবশ্য কোন কোন খাদ্যে উপাদানগুলির অধিকাংশই বিদ্যমান থাকে, যেমন দুধ, তাই বলিয়া কেহ কেবলমাত্র দুধ খাইয়া থাকিতে পারে না, কচির জন্ত খাদ্য বস্তুবিহীন হওয়া দরকার।

তৃতীয় প্রশ্নমালা

১। আমাদের খাদ্যে প্রয়োজন কেন? খাদ্যের প্রধান প্রধান উপাদান কি? (Why do we need food? What are the important ingredients of food?)

[ক: বি: ১২৪০]

২। ভাইটামিন কয় প্রকার ও শরীরের পক্ষে তাহাদের উপকারিতা কি লিখ। (Write how many kinds of Vitamin there are and what their actions are on our bodies)

৩। নিম্নলিখিত ত্রয়ো শরীরের উপকারী কি কি উপাদান পাওয়া যায়—কমলালেবু, ডিম, মাংস, টোম্যাটো, মাছের মুড়া, সন্দেশ, কাঁচকলা ও দুধ? (What ingredients useful for our bodies are there in the following —Oranges, eggs, meat, tomato, head of a fish, Sandesh, green banana and milk ?)

পরিভাষা

পদার্থ-বিজ্ঞান—Physics

অন্তরক—Insulator	১৪২	গাঢ়নীল—Indigo	১২৯
অপরিবাহী—Non-conductor	১৪৯	চাপ—Pressure	১৪, ২৮
অভিলম্ব—Normal	১১৩	চালকপাথর—Lodestone	১৩৫
অভেদ্যতা—Impenetrability	২	চুম্বক—Magnet	১০৫
অস্বচ্ছ—Opaque	১০৪	ঐ স্বভাবজ—Natural magnet	১৩৫
আপতন কোণ—Angle of incidence	১১৩	চুম্বকীকরণ—Magnetisation	১৪০
আপতিত বর্ণি—Incident ray	১১৩	চুম্বক শক্তির আবেশ—Magnetic induction	১৩৮
আণেয়িক গুরুত্ব—Specific gravity	৪১	ছিপি—Cork	
আলোক—Light	১০৫	জড়তা—Inertia	২
আম্পিয়ার—Ampere	১৫২	টুনি—Bulb	১৫০
ঔদ্যাব—Ether	৬৭	টেলিগ্রাফ—Telegraph	১৫৫
উপচ্ছায়া—Penumbra	১৫০	তড়িৎ—Electricity	১৪৫
উর্ধ্বচাপাবশেষ—Resultant upward thrust	৪৩	তড়িৎকোষ—Electric cell	১৪৫
উষ্ণতা—Temperature	৫৭	তড়িৎ ঘণ্টা—Electric bell	১৪৫
ওজন—Weight	২	তড়িৎ প্রবাহ—Electric current	১৫১
বপাটিকা—Valve	৩৬	তড়িৎ চুম্বক বা বৈদ্যুতিক চুম্বক—Electromagnet	১১৪
কাল—Period	৯৭	তাপ—Heat	৫২
কলাই—Electro-plating	১৫১	ত্রেপলা কাচ—Prism	১২৮
কঁচা লোহা—Soft iron	১৪০	থার্ম মিটার—Thermometer	৫৮
গতিশক্তি—Kinetic energy	১২৯	দিগ্‌দর্শন যন্ত্র—Compass	১৪১
গর্বিষ্ঠ থার্ম মিটার—Maximum thermometer	৬৩	দোলক—Pendulum	৯৬
		দোলক পিণ্ড—Bob	৯৭

নিষ্ক্রিয়তা—Inertia	২	ব্যারোমিটার—Barometer	১৯
নিশাদল—Sal ammoniac	১৫৭	ভূ-চুম্বক—Earth as a magnet	১৪১
পদার্থ—Matter	১	ভূ-সমান্তরাল বা অনুভূম—Horizontal	২৬
পাতন বিন্দু—Point of incidence	১১৩	মরীচিকা—Mirage	১২৬
পাম্প—Pump	৩৬	মহাকর্ষ—Gravitation	৩
পরিচলন—Convection	৬৫	মাধ্যম—Medium	১১৮
পরিবহন—Conduction	৬৪	ঐ সমনত—Homogeneous medium	১১
পেৰিস্কোপ—Periscope	১১১	মক—Pole	১৩৬
প্রচ্ছায়া—Umbra	১০৫	বজ্রন—Rontzen	১০৫
প্রতিফলন—Reflection	১১৩	রানবধনু—Rainbow	১৩২
প্রতিবিম্ব—Image	১০৫	বোধ—Resistance	৩
প্রতিফলন কোণ—Angle of reflection	১১৩	লঘিষ্ট থার্ম মিটার—Minimum thermo-muter	৬৩
প্রতিফলিত বস্তু—Reflected ray	১১৩	ল্যাক্টোমিটার—Lactometer	৪৮
পূর্ণ প্রতিফলন—Total reflection	১২৪	শক্তি—Energy	১০১
প্রতিবিহিত দোলক—Compensated pendulum	৯৯	শারীর থার্মিটার—Clinical thermo-meter	৬৩
প্রতিসরণ—Refraction	১২০	সঙ্কট কোণ—Critical angle	১২৪
প্রতিসবিত কোণ—Angle of refraction	১২০	নছিদ্রতা—Porosity	৩
প্রাণিতা—Buoyancy	৪৩	সাইফন—Syphon	৩৮
বর্ণালি—Spectrum	১২৯	স্বচ্ছ—Transparent	১৫৪
বিকিরণ—Radiation	৬৭	সংশক্তি—Cohesion	৩
বিভাজ্যতা—Divisibility	২	স্থিতিস্থাপকতা—Elasticity	৩
বিস্তার—Amplitude	৯৭	কুটনাক্ষ—Boiling point	৬০
বিস্তৃতি—Extension	২	স্থৈতিক শক্তি—Potential energy	১০২
বৈদ্যুতিক চুম্বক—Electro magnet	১৪০	হাইড্রোমিটার—Hydrometer	৪৮
		হিমাঙ্ক—Freezing point	৬১

রসায়ন-বিজ্ঞান—Chemistry

অক্সাইড—Oxide	৩৪	দ্রাবক—Solvent	৫
অক্সিজেন—Oxygen	২৮, ৩২	দ্রাব্যতা—Solubility	৬
অক্সাব বা কার্বন—Carbon	১৮, ১৯	নদীব জল—River water	৪৪
অণু—Molecule	২২	নাইট্রোজেন—Nitrogen	১৯, ২৪, ৩৪
অস্থায়ী কঠর জল—Temporary hard water	৪৬	পটাশিয়াম ক্লোরেট—Potassium chlorate	৩২
অতস কাচ—Magnifying lens	১	পরীক্ষা নল—Test tube	১
অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইট—Ammonium nitrite		পবমাণু—Atom	১৮
অংশাবণ—Decantation	৭	পাতন—Distillation	৯
উপকরণ, উপাদান—Ingredients	৪২	পাতিত জল—Distilled water	১০
উষ্পাতন—Sublimation	৩, ৪	পৃথ্বীমণ্ডল—Earth's crust	৩২
কঠর জল—Hard water	৪৬	প্রজ্বলন—Burning	১৮
বাতের গামলা—Pneumatic trough	৩৭	প্রস্রবন—Fountain	৪৪
কার্বন ডাইঅক্সাইড—Carbon dioxide	৭, ৩৪	ফটকিবি—Alum	১১
ক্ল্যাম্প—Clamp	৩৩	ফস্ফরাস—Phosphorous	২৯
খনিজ জল—Mineral water	৪৫	ফিল্টার—Filter	৯
খুঁটি—Stand	৩৩	বাতাসিত জল—Aerated water	৪৪, ৪৫
গ্যাস জার—Gas jar	৩৩, ৩৭	বি-হাইভ সেল্ফ—Beehive shelf	৩৩
চালুনি দিয়া ছাঁকা—Sheaving	২	বৃষ্টিব জল—Rain water	৪৩
তুঁতে—Copper sulphate	১১	বেলজার—Bell-jar	১৯
থিতান—Decanting	৭	মরিচা ধরা—Rusting	১৭
দহন—Burning	২০	মিছবি—Sugar candy	১১
দীর্ঘনাল ফানেল—Thistle funnel	৩৫	মিশ্র—Mixture	১
দ্রবণ—Solution	৩, ৪	মৃদু জল—Soft water	৪৭
দ্রাব—Solute	৫	ম্যাগনেসিয়াম—Magnesium	১৮
		ম্যাগনেসিয়াম বাই কার্বনেট—Magnesium bi-carbonate	৪৭

	১৭/০		৫
নীহারিকা—Nebula		বৃষরাশি—Taurus	১৫
নেপচুন—Neptune	৩৮, ৪০	বৃহস্পতি—Jupiter	৩৮
নৈসর্গিক নিরক্ষ—Celestial equator		বোড—Bode	৪১
পারস্য—Persus	১০	ব্রহ্ম হৃদয়—Capella	১২
পুনর্বহু—Pollux	১৫, ১৭	ভরণী—	১৫
পুলস্ত্য—	৮	মকর—Capricornus	১৫, ১৮
পুলহ—	৮	মকবক্রান্তি—Tropic of capricorn	৫০
পুষ্পা—	১৫	মঘা—Regulus	১৫, ১৭
পূর্বাষাঢ়া—	১৫	মঙ্গল—Mars	৩৮, ৩৯
পূর্বফাল্গুনী—	১৫	মরীচি—	৮
পূর্বভাদ্র পদ—Markab	১০, ১৫	মল বৎসব—Leap year	৪৭
পৃথিবী—Earth	১৫	মাইরা—Myra	১২
পেগাসাস—Pegasus	৩৮	মিথুন—Gemini	১২, ১৭
প্রক্সিমা সেন্টরি—Proximo centauri	৩	মীন—Pisces	১৫
প্রজাপতি—Auriga	১২	মূলী—	১৫
		মৃগশিরা—	১৫
প্রশা—Constellation of little dog	৭	মেকাদশে গোধূলি—I wilight in poles	৪৫
প্লুটো—Pluto	৩৮, ৪০	মেঘবাণ—Aries	১২, ১৮
ফোমালহাট—Fomalhaut	১৮	রাশি—Zodiac	১২
বর্ণমণ্ডল—Chromosphere	৩৩	রাশি (জাতকের)	২৭
বশিষ্ঠ—	৮	রেবতী—	১৫
বানবাজা—Rigel	১০	রোহিণী—Hyades	১৫, ১৯
বিটা সেন্টরি—Beta centauri	১৮	লগ্ন	২৭
বিশাখা—	১৫	লঘু মণ্ডবি—Constellation of little bear	৯
বুটিশ—Bootes	১৬, ১৮		
বুধ—Mercury	৩৮	লঘু সিংহ—Leo minor	১১
বৃশ্চিক রাশি—Scorpion	১৩, ১৫, ১৬, ১৮	লাইরা—Lyra	১৬, ১৮

সূর্যক—Sirius	১১	সূর্য—Sun	২৯
লৌকিক বৎসর—Civil year	৭	সূর্য গ্রহণ—Solar eclipse	৬৯
শতভিষা	৫	ঐ অংশগ্রাস—(Partial)	৭০
শনি—Saturn	৩৮, ৩৯	ঐ পূর্ণগ্রাস—(Total)	৭০
শিশুমার—Ursa minor	৯, ১০	ঐ বলয় গ্রাস—(Annular)	৭০
শুক্ল—Venus	৩৮	সেন্টবাস—Centarus	৮
শা—Constellation of dog		সৌর কলঙ্ক—Sun-spot	৬
or canis major	৭,	সৌর জগৎ—Solar system	৫
শ্রবণা—Altair	৫, ৮	সৌর দিন—Solar day	৪৭
সপ্তর্ষি মণ্ডল—Constellation of		সৌর প্রক্ষেপ—Corona	৩৪
great bear	৭, ৮, ১৬	সৌর বৎসর—Solar year	১৫, ১৮
সমক দিন—Mean solar day	৭	স্বাতী—Arctaurus	১৮
সরমা—Procyon	১১	হস্তা—Corvus	১৫
সংক্রান্তি—	৪৮	হাইড্রা—Hydra	১৭
সাত ভাই—Pleiades		হাবকিউলিস—Hercules	১৬, ১৮
সিটাস—Setus	৯	হিমমণ্ডল—Frizid zones	৫৫
সিংহ—Leo	১৫, ১৬	হ্যাডলীর অকট্যান্ট—Hadley's octant	৮

ভূবিজ্ঞান—Geology

অভ্র—Mica	৮	কোক—Coke	৩২
অ্যানথ্রাসাইট—Anthrasite	৩২	কোয়ার্জ—Quartz	৮
আগ্নেয়—Igneus	৬	খনিজ তৈল—Mineral oil	৩৫
আগ্নেয়গিরি—Volcano	২০	গুরুমণ্ডল—Barysphere	১৩
আবাসিক মাটি—Residual soil	২৬	গ্রহকণিকাবাদ—Planetesimal	
উপকেন্দ্র—Epicentre	২০	hypothesis	২
এঁটেল বা কাদামাটি—Clay soil	২৭	গ্র্যানাইট—Granite	৭
কেন্দ্রমণ্ডল—Centrosphere	১৩	চালিত মাটি—Transported soil	২৬

	॥०		৬
চুনা মাটি—Calcareous soil	২৮	বরফ নামা—Avalanche	১৮
জিনস—Zeans	২	বেলে পাথর—Sandstone	২
জৈবশিলা—Organically		বেলে মাটি—Sandy soil	২৭
derived rock	৯	বাসাল্ট—Basalt	১০
জোয়ারী মতবাদ—Tidal theory	২	ভলক্যানিক—Volcanic	৭
জালামুখ—Crater	২১	ভাঁজ—Fold	১৬
টাক—Tuff	৭	ভূকম্পন লেখন যন্ত্র—Scismograph	১২
দো-আঁশ মাটি—Loamy soil	২৭	ভূ বীথ প্রকোষ্ঠ—Magma chamber	২২
নত—Iltd	১৭	ভূমিকম্প—Earthquake	১৮
নাভী—Focus	২০	ভূমিপাত বা ধস—Landslide	১৮
নীহারিকাবাদ—Nebular		মাটি—Soil	২৫
hypothesis	২	শিল—Sill	৮
পরিবর্তিত—Metamorphic	৬, ৯	শিলামণ্ডল—Lithosphere	১৩
পলল—Sedimentary	৬, ৮	ষ্টীম কয়লা—Steam coal	৩২
পিটমাটি—Peat soil	২৮	সক্রিয়—Active	২২
প্লুটনিক—Plutanic	৭	স্থগু—Dormant	২২
প্রকম্পন কটিবন্ধ—Scismic belt	২০	স্তরচ্যুতি—Fault	১৭
ফেলস্পার—Felspar	৭	ডাইক—Dyke	৮

উদ্ভিদ-বিজ্ঞান—Botany

অঙ্কুবোদন—Germination	৫	অবীজজ—Cryptogam	২
অঙ্গার আকর্ষণ—Carbon assi-		অবসাল ফল—Dry fruit	৪৪
milation	৩২	অকোটক—Indehiscent	৪৪
অণুকলক—Leaflet	২৯	আস্থানিক মূল—Adventitious root	১১৬
অন্তঃসার (বীজ)—Ex-albuminous	৮, ৪২	আকর্ষ—Tendril	১৭, ৩৩, ৫৯
অন্তঃস্থ মুকুল—Terminal bud	১০	আপেল জাতীয়—Pome	৪৪, ৪৬
অপূর্ণাঙ্গ (ফুল)—Irregular	৪০	আবর্ত—Whirl	৫৭

আবৃত কন্দ—Tunicated bulb	২৪	শুল্ক—Shrub	২২
আবৃত বীজ—Angiosperm	২	ঘণ্টাকৃতি—Campamulate	৪২
আরোহী মূল—Climbing root	১৭	চক্রপত্র—Round leaf	২৮
উপকন্দ—Pseudo bulb	২৪	চক্রাকৃতি—Rotate	৪২
উপপত্র—Stipule	৫২	ছাতা (ব্যাঙের)—Fungus	৩
উভলিঙ্গ—Hermaphrodite	৪০	ছোলা—Gram	৬
উভলিঙ্গ পুষ্পক—Monoecious	৪০	জাইলেম—Xylem	২৫
একলিঙ্গ—Unisexual	৪০	জালগিরী—Reticulate venation	৩০
একলিঙ্গ পুষ্পক—Dioecious	৪০	ঠেশমূল—Stilt root	১৭
একবীজপত্রী—Monocotyledonous	২, ৪২	ডিম্ব কোষ—Ovule	৩৯
ওষধি—Herb	২২	ডিম্বক নাভী—Hilum	৭
ওষ্ঠাকৃতি—Bilabiate	৪২	ডিম্বাকৃতি—Ovate	২৭
কন্দ—Bulb	২৩	তীক্ষ্ণাঙ্গ—Acute	২৮
কন্দাল—Tuberous	২০	দ্বিবীজপত্রী—Dicotyledonous	২, ৪২
কবতল শিবা—Palmate venation	৩০	দীর্ঘশীর্ষ—Accuminate	২৮
কলস উদ্ভিদ—Pitcher plant	৩৬	ধ্বজা—Standard	৪১, ৬০
কাণ্ড—Stem	৯, ২১	ধান—Paddy	৫৩
ক্রুশাকৃতি—Cruciform	৪১	নগ্নকন্দ—Scally	২৪
খোল বা নোকা—Keel	৪১, ৬০	নগ্নবীজ—Gymnosperm	২
খোসা—Epicarp	৪৫	নলাকৃতি—Tubular	৪২
গর্ভকেশব—Carpel	৩৭, ৩৯	পক্ষ—Wing	৪১, ৬০
গর্ভকোষ—Ovary	৩৯	পত্রমূল—Leaf root	১৮
গর্ভাধান—Fertilisation	৪২	পর্ব—Antinode বা internode	১০
গর্ভদণ্ড—Style	৩৯	পর্বভোজী—Parasite	১৯
গর্ভমুণ্ড—Stigma	৩৯	ঐ আংশিক—Partial	১৯
গাজরা কৃতি—Conical	২০	ঐ সম্যক—Total	১৯
গুচ্ছকল—Aggregate fruit	৪৬	পরাগ বা রেণু—Pollen	৩৯
গুচ্ছমূল—Fibrous root	৮, ১৫	পরাগকোষ—Anther	৩৯

পরাগদণ্ড—Filament	৫৭	বৃন্ত—Petiole	২৬
পরাগ সংযোগ—Pollination	৪২	বেগুন জাতীয়—Berry	৪৪
পাপড়ি—Petal	৩৮	বৃন্তমূল—Base	২৬
পার্শ্ব মুকুল—Axillary bud	১০	ভাসমান মূল—Floating root	১৮
পুষ্পাধার—Thalamus	৪১	জগ মূল—Radicle	১০
পুংকেশর—Stamen	৩৭	জগমুকুল—Plumule	১০
পুংপুষ্প—Male flower	৪০	ভূট্টা—Maize	৭
পূর্ণাঙ্গ—Regular	৪০	জগ—Embryo	৪২
প্রকৃত মূল—True root	১৫	মঞ্জরী—Inflorescence	৩৭
প্রধান মূল (মূল শিকড়)—Tap-root	১১, ১৫	মঞ্জরী-পত্র—Bract	৫৭
প্রজাপতি আকৃতি—Papilionaceous	৪১	মধুগ্রন্থি—Nectar	৪১
প্রশ্বেনন—Transpiration	৩৬	মধ্যস্তর—Mesocarp	৪৫
কলক—Blade	২৫, ২৬	মধ্যশিরা—Mid-rib	২৬
ফানেলাকৃতি—Funnel shaped	৪১	মস—Moss	৩
ক্রোয়েম—Phloem	২৫	মসবর্গ—Bryophyta	৩
ফার্ণ—Fern	৩	মূল—Root	২
ফার্ণবর্গ—Pteridophyta	৩	মূলজা—Root-cap	১৫
ফিতাকৃতি—Ligulate	৪২	মূলরোম—Root-hair	১৫
বল্লমাকৃতি—Lanceolate	২৭	মূলাকৃতি—Fusiform	২০
বহিস্ফার (বীজ)—Albuminous	৮, ৪২	মুদভেদী—Epigeal	৮, ৪২
বাণাকৃতি—Sagitate	২৭	মুদলুগত—Hypogeal	৮, ৪২
বায়বীয় মূল—Aerial root	১৮	মৌলিক ফল—Simple fruit	৪৬
বীজজ—Phanerogams	২	যুক্ত পত্র—Compound leaf	২২
বীজরন্ধ্র—Micropyle	৭	যোগিক ফল—Multiple fruit	৩৬
বৃকাকৃতি—Reniform		রসাল ফল—Fleshy fruit	৪৪
বা—Kidneyshaped	২৭	রক্ষীকোষ—Guard cell	৩২
বুতি—Calyx	৩৭	রাইজোম—Rhizome	২৩
বৃত্তাংশ বা কুণ্ড—Sepal	৩৭	লতা—Creeper	২২

রৈখিক পত্র—Linear	২৬	সন্ধি—Node	১০
লডিকিউল—Lodicule	৫৭	সমাজদেহী বর্গ—Thallophyta	৩
লেবু জাতীয়—Hesperidium	৪৪, ৪৫	সমান্তরাল করতল—Parallel palmate	৩০
শশা জাতীয়—Pepo	৪৪, ৪৫	সমান্তরাল পালক—Parallel pinnate	৩০
শালগমাকৃতি—Napiform	২৩	শাটিক—Drupe	৪৪
শিম জাতীয়—Legume	৪৪	দৃষ্টিগ্র—Ocular	২৭
শিরা—Vein	২৬	দৃষ্টিগ্র—Mucronate	২৮
শ্বাস—Respiration	৩৫	স্তম্ভমূল—Prop root	১৭
শ্বাসমূল—Breathing root	১৮	ফোটক—Dehiscent	৪৪
শোষক মূল—Haustoria	১৯	ফোঁত কল—Tuber	২৩
ষ্টোমা—Stoma	৩১	হৃৎকৃতি—Hart shaped	২৭
সবল পত্র—Simple leaf	২৯	হস্তাকৃতি—Palmate	২৮
সবিষাজাতীয়—Siliqua	৪৪	হংসপদাকৃতি—Crisped	২৭
সবুজ বর্ণা বা পত্র হবিৎ—Chlorophyl	৩২	স্ত্রীপুষ্প—Female flower	৪০

প্রাণী-বিজ্ঞান—Zoology

অমেবদণ্ডী—Invertebrata	৭	কিউলেব্র—Culex	২৪
প্রাণী—Protozoa	৮	কিটা—Chaeta	১৬
অনোফেলিস—Anopheles	২৪	কৃমি—Worm	৯
উভচর—Amphibious	৫২	কুটি—Cocoon	২৮
ওষ্ঠ—Priostomium	১৬	জড়—Non-living	১
কানকুরা—Operculum	৩৯	জীব—Living	১
একনালী দেহী—Coelenterata	৯	ধমনী—Artery	৪২
শুঁড়—Tentacle	৯	জীব কোষ—Cell	১
চলাফেরা—Locomotion	২	নিলয়—Ventricle	৪১
ছিদ্রাল প্রাণী—Porifera	৯	নিঃসরণ—Secretion	২
কিউটিকল—Cuticle	১৭		

পটিকা—Air bladder	৪১	ব্যাঙাচি—Tadpole	৪৫
পিত্তথলী—Gall-bladder	৪১	মাকডসা—Spider	৩০
পুঞ্জাক্ষি—Compound eye	১৯, ২৮	মাছ—Fish	৩৭
পুষ্টি—Nutrition	১	মৌমাছি—Bee	২২
পৌষ্টিক নালি—Alimentary canal	১৭,	মুককোট Pupa	২৯
		মৃত্যু—Death	২
		মেরুদণ্ডী—Vertebrate	৬
নিবামিষাসী—Vegetarian	৮	মাংসাসী—Carnivorous	৮
শব্দক—Mollusca	১১		
প্ল্যাটিহেলমিনথেস—Plathelminthes	৯	লেবিয়া—Labia	২৪
গোলকৃমি—Nemathelminthes	৯	শুঙ্গ শুঙ বা শুঁয়া—Antenna	১৯, ২৬, ২৮
অঙ্গুবীমাল—Annelida	১০	মথ—Moth	২৮
প্রজাপতি—Butterfly	২৭	শূক—Larva	২৯
প্রবর্ধন—Apendage	১১	শ্বাস কার্য—Respirations	১
ফুলকা—Gill	৩৯	সংবেদনী—Responses to stimuli	২
বংশবৃদ্ধি—Propagation	২	সিলোম—Coelom	১৭
বায়ু কুপ—Air tube	২৭	স্তন্যপায়ী—Mammals	৭
বায়ুগ্রন্থি—Lung book	৩৩	কণ্টক ত্বক—Echinodermata	১০
বৃদ্ধি—Growth	১	সন্ধিপদ—Orthropoda	১১

শারীর-বিজ্ঞান—Physiology

অগ্ন্যাশয়—Pancreas	১৭	অলিঙ্গ—Auricle	২০
		আচ্ছাদক তন্তু—Epithelial tissue	২
অধিজিহ্বা—Epiglottis	১৩	উদর গহ্বর—Abdominal cavity	১২
অন্তর্বাহী—Afferent	১৫	উপচর্ম বা বহিচর্ম—Epidermis	২৬
অন্ননালি—Oesophagus	১১	উরঃ ফলক বা বক্ষফলক—Sternum	১২
অন্ত্র—Intestine	১৭	উরু—Thigh	১৩

উর্ধ্ব মহাশিরা—Vena cava superior	২০	ফ্যারিংস—Pharynx	১১
কপাটিকা—Valve	২২	বহিঃপ্রদেশ—Pelvic region	১০
কশেরুকা—Vertebra	১১	বহির্বাহী—Efferent	১
কৈশিক—Capillary	৪	বক্ষকলক—Sternum	১৫
চর্ম (ভিতরের অংশ)—Dermis	২৬	বক্ষগহ্বর - Thoracic cavity	১২
জঙ্ঘা—Shank	১০	বার্তাবহ তন্তু—Nervous tissue	২
তন্তু—Tissue	২	বৃক্ক—Kidney	১৩
তরুণাঙ্গি - Cartilage	১১	মস্তিষ্ক বা মগজ—Brain	৮
তালু—Palate	১১	মেরুদণ্ড—Vertebral column	১১
তালু (নরম)—Soft palate	১১	যকৃৎ—Liver	১৩
দ্বিপাল্লী কপাটিকা—Bicuspid Valve	২২	বক্তবহা নাড়ী—Blood vessels	৩, ৪
ধমনী—Artery	২২	রক্তমণ্ড—Serum	৩
নিম্ন মহাশিরা—Vena cava inferior	২০	বক্তরস—Plasma	৪
নিলয়—Ventricle	২০	লোহিত কণিকা—Red blood-	
পঞ্জরাস্থি—Rib	১২	corpuscles	৪
পাকস্থলী—Stomach	১৩	শ্বেত কণিকা—White blood-	
পেশীতন্তু—Muscular tissue	২	corpuscles	৪
প্রকোষ্ঠ—Fore arm	১৩	শ্বাসনালি—Trachæa	১১
প্রগণ্ড—Upper arm	১৩	সংযোজক তন্তু—Connective tissue	২
স্প্লিন—Spleen	১৩	দুদ্রান্ত—Duodenum	১১

